



BETONIN KÄYTTÖ INFRA- RAKENTAMISESSA

Kari Paavilainen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

KARI PAAVILAINEN
Betonin käyttö infrarakentamisessa

Opinnäytetyö 65 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2013

Infrarakentaminen on viime vuosien aikana kärsinyt Euroopan ja kotimaan taloustilanteen heikentymisestä. Valtion ja kuntien velkaosuuden kasvaessa on infrarakentamisen sektorilla jouduttu karsimaan investointeja rahoituksen vähentyessä. Infra-alan uskotaan kääntyvän jälleen nousuun vuoden 2014 aikana.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää eräiden infra-alalla käytettävien betonituotteiden käyttömääriä ja markkinoita, sekä arvioida tulevaisuuden suuntausta. Aineisto on kerätty kirjallisuustutkimuksen ja henkilöhaastattelujen avulla useista eri lähteistä, esimerkiksi Liikennevirastosta, VTT:stä ja TAMK:sta.

Maanteiden keskimääräinen vuorokausiliikenne on kasvanut jokaisessa tieluokassa, suurinta kasvu on ollut pääväylillä. Pääväylien matkojen ja kuljetusten toimivuuden sekä turvallisuuden parantamiseksi on laadittu erillinen liikenneinvestointiohjelma. Turvallisuutta pyritään jatkossa parantamaan esimerkiksi edullisilla keskikaidehankkeilla.

Liikennemäärien lisääntyessä myös meluntorjunnan tarve kasvaa. Suomen lainsäädännön lisäksi myös EU:n ympristömeludirektiivi (2002/49/EY) edellyttää toimia melun haittojen ehkäisemiseksi. Meluntorjunta on kärsinyt merkittävästi rahoituksen puutteesta viime vuosien aikana, eikä hankkeita ole voitu toteuttaa suunnitelmien mukaan. Siltojen rakentaminen on tasaantunut 1990-luvun vilkkaan rakentamisen jälkeen noin sadan sillan vuositasolle. Suurissa kaupungeissa rakennetaan muutamia uusia siltoja vuosittain. Merkittävässä roolissa tulee olemaan siltojen korjaustarpeen jatkuva kasvaminen.

Kaapelikanavia ja -kouruja käytetään pääasiassa rautatiealueilla, teollisuuden puolella niiden käyttömäärät ovat vähäisempiä. Teräsbetonisten lyöntipaalujen käyttö on yleistynyt heikkopohjaisille alueille rakentamisen lisääntyessä ja niiden markkinat ovat olleet melko tasaiset koko 2000-luvun ajan. Teräsbetonipaalun rinnalle on tullut teräspaalu, jonka käyttö on yleistynyt talo- ja toimitilarakentamisessa.

Tuulivoimarakentaminen on Suomessa edelleen hidasta ja kapasiteetti on pieni muuhun Eurooppaan verrattuna. Hankkeita on ollut suunnitteilla runsaasti, mutta useat niistä ovat pysähtyneet yllättäviin esteisiin. Rakentamisen uskotaan kuitenkin lisääntyvän, kun esteitä saadaan hiljalleen purettua lainsäädännön ja tukien avulla.

Asiasanat: infrarakentaminen, teräsbetoni, markkinat

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Department of Construction Technology
Civil Engineering

KARI PAAVILAINEN

The Use of Concrete in Infrastructure Construction

Bachelor's thesis 65 pages, appendices 0 pages
April 2013

The objective of this study was to gather amount and market share information about certain reinforced concrete products in infrastructure construction, and to assess their future trend. Data is collected from the literature research and interviews with staff from a variety of sources, including the Finnish Transportation Agency, VTT Technical Research Centre of Finland and Tampere University of Applied Sciences.

In Finland, the civil engineering has suffered from the deterioration of the European and domestic economic situation. Increasing the debt capital in state and local authority has reduced the investments in the sector of civil engineering. The increase in civil engineering is believed to turn into during the year 2014.

The traffic on public roads has increased in every class of road, the largest growth has been in the major roads. Common objective in Finland is to make the roads safer and reduce the noise made by the traffic. To achieving this goal the government has published a traffic investment program. The solution to this is to build noise barriers and low cost median barriers.

The bridge building has decreased to a level of 100 bridges per year from the active years of 1990 century. A significant role in future is the continuous increase in the need for repair of the bridges.

Cable pits and gutters are commonly used in railway structures, the utilization in the industrial sector is more slight. The utilization of reinforced concrete pile has generalized due to the increasing use of weak subsoil. The market of reinforced concrete pile has been pretty steady throughout the 2000 century. Alongside to reinforced concrete pile has become a steel pile, the use of which has become more common in house- and office construction.

The wind power plant construction is still very slow in Finland, and the wind power capacity is the smallest of the European. Projects have been planned a lot, but several of them have stopped to unexpected obstacles. However, construction is expected to increase when obstacles will be gradually defused with the help of legislation and subsidies.

Key words: civil engineering, reinforced concrete, market

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| SISÄLTÖ | 4 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 1.1 Tausta | 7 |
| 1.2 Tavoitteet | 10 |
| 1.3 Tutkimusmenetelmät | 10 |
| 1.4 Rajaukset | 11 |
| 2 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO | 12 |
| 2.1 Kvalitatiivinen tutkimus | 12 |
| 2.2 Kvantitatiivinen tutkimus | 13 |
| 2.3 Haastattelututkimuksen tieteellinen teoria | 14 |
| 2.4 Kirjallisuustutkimus | 15 |
| 2.5 Aineisto | 16 |
| 3 INFRARAKENTAMISEN TILANNEKATSAUS | 17 |
| 3.1 Vuosi 2010 | 17 |
| 3.2 Vuosi 2011 | 18 |
| 3.3 Vuosi 2012 | 20 |
| 4 BETONIKOhteita INFRARAKENTAMISESSA | 24 |
| 4.1 Liikenneväylien tilanne ja turvallisuuden parantaminen | 24 |
| 4.1.1 Törmäyskaiteet | 27 |
| 4.1.2 Törmäyskaiteiden kustannuksia | 29 |
| 4.2 Siltojen uudisrakentamisen ja korjausmarkkinoiden kehitys | 29 |
| 4.2.1 Uusien siltojen rakentaminen kaupungeissa | 31 |
| 4.2.2 Siltojen korjaustarve | 32 |
| 4.3 Melusuojausten uudisrakentamisen tarpeellisuus | 34 |
| 4.3.1 Meluseinät ja -kaiteet | 34 |
| 4.3.2 Melusuojausten kustannuksia | 37 |
| 4.4 Maanpaineisten tukimuurien tilannekartoitus | 38 |
| 4.5 Kaapelikanavien ja -kourujen tilannekartoitus | 40 |
| 4.6 Tuulivoiman tilanne ja tulevaisuus | 42 |
| 4.6.1 Vuosi 2010 | 45 |
| 4.6.2 Vuosi 2011 | 46 |
| 4.6.3 Vuosi 2012 | 47 |
| 4.6.4 Tuulivoiman kustannukset | 48 |
| 4.7 Lyöntipaalujen markkinoiden kehitys | 50 |

| | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 5 | TULOKSET | 53 |
| 5.1 | Infrasuhdanne..... | 53 |
| 5.2 | Törmäyskaiteet..... | 53 |
| 5.3 | Sillat | 53 |
| 5.4 | Meluseinät ja –kaiteet | 54 |
| 5.5 | Maanpaineiset tukimuurit | 54 |
| 5.6 | Kaapelikanavat ja -kourut | 54 |
| 5.7 | Tuulivoimalat..... | 55 |
| 5.8 | Lyöntipaalut | 55 |
| 6 | TULOSTEN TARKASTELU | 56 |
| 7 | YHTEENVETO | 58 |
| | LÄHTEET | 62 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-------------|---|
| CE-merkintä | Valmistajan ilmoitus siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan Unionin vaatimukset |
| ETA | Eurooppalainen tekninen arviointi |
| EU | Euroopan Unioni |
| EY | Euroopan yhteisö, lakkautettu 1.12.2009, nykyisin EU |
| GWh | Gigawattitunti |
| IEA | International Energy Agency, kansainvälinen energiajärjestö |
| kW | Kilowatti |
| LPO | Lyöntipaalutusohje |
| MW | Megawatti |
| PO | Paalutusohje |
| PPO | Pienpaalutusohje |
| RIL | Rakennusinsinöörien Liitto |
| SEKV | Suurten erikoiskuljetusten tavoiteverkko |
| SPO | Suurpaalutusohje |
| TAMK | Tampereen ammattikorkeakoulu |
| TVO | Teollisuuden Voima |
| TWh | Terawattitunti |
| VNS | Valtioneuvoston selonteko |
| VTT | Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus |

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö on osa projektia, joka toteutettiin vuoden 2012 lopussa Tampereen ammattikorkeakoulussa. Työn aiheen saimme tilaajalta. TAMK:ssa hankkeesta vastasi johtaja Perttu Heino. Projektin vetäjänä sekä tämän opinnäytetyön ohjaajana toimi lehtori Eero Nippala.

Projektin tarkoituksena oli selvittää työn tilaajalle eräiden infra-alalla käytettävien betonituotteiden käyttömääriä ja markkinaosuuksia sekä arvioida kyseisten tuotteiden tulevaisuuden näkymiä vuoteen 2015. Projektin tilaajan toimialaan kuuluu talonrakentaminen, toimitilarakentaminen sekä infrarakentaminen. Tässä työssä tarkastellaan valittujen betonituotteiden käyttömääriä pelkästään infrarakentamisen sektorilla.

Projektityönä laadittu raportti on tilaajan pyynnöstä luokiteltu salaiseksi. Tutkimustulosten ja raportin perusteella laadittu opinnäytetyö on kokonaisuudessaan julkinen.

Lyhyesti määriteltynä infrarakentaminen on tonttien, yhdyskuntien ja yhdyskuntien välisten yhteyksien rakentamista. Yleisemmin infrarakentamisella tarkoitetaan maa- ja vesirakentamista sekä yhteiskunnan infrastruktuurin rakentamista, joka jaotellaan seuraavasti:

- Talojen ja kiinteistöjen ulkoalueiden hoito
- Uudistalorakentamisen alueosat
- Kaivosalan maarakentaminen
- Väylien, verkostojen ja ympäristön kunnossapito
- Väylä-, verkosto- ja ympäristöinvestoinnit.

Infra ry:n mukaan Suomen infrarakenteiden arvo on 10 % maamme kansallisvarallisuudesta, jopa 80 miljardia euroa. Rakennustuotannon kokonaisarvo vuonna 2011 oli 29,5 miljardia euroa, josta infrarakentamisen osuus oli 24 %. Lisäksi maa- ja vesirakentaminen on huomattava kotimainen työllistäjä, joka työllistää suoraan 45 000 – 50 000 ihmistä ja välillisesti vielä paljon enemmän. (Infra ry.)

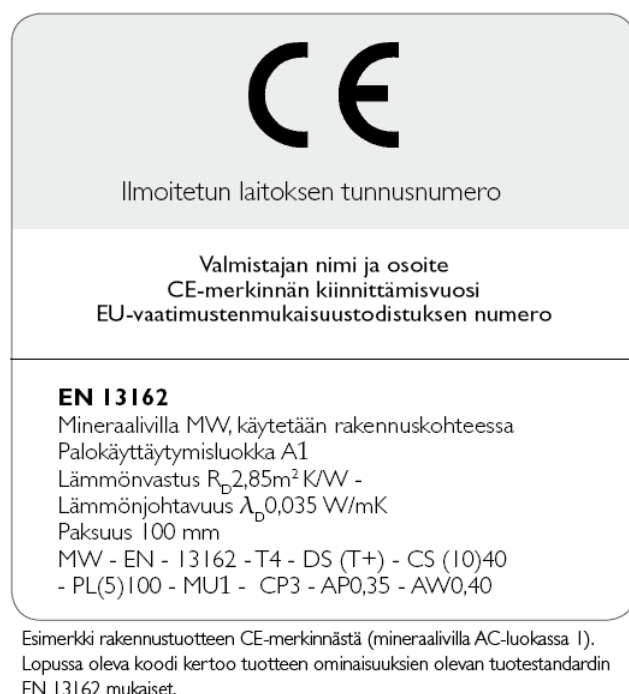


KUVA 1. Infrarakentaminen käsitteenä (Vainio et.al. 2013.)

Käyttömäärien selvittämisen lisäksi projektin tarkoituksena oli tuottaa tilaajalle hyödyllistä tietoa infra-alan nykytilanteesta sekä tulevaisuuden suuntauksesta tutkituista kohteista. Ajankohtaisen nykytilanteen ja luotettavan tulevaisuuden suunnan arvion saamiseksi projektissa perehdyttiin myös valtakunnalliseen lainsäädäntöön, liikelaitosten ohjeistuksiin, sekä Euroopan unionin laatimiin ohjeisiin ja määräyksiin.

Tämänhetkisen tiedon perusteella 1.7.2013 astuu voimaan EU:n rakennustuoteasetuksen vaatima CE-merkintä, joka koskee valtaosaa käytettävistä rakennustuotteista. CE-merkinnän tarkoitus on yhdenmukaistaa tuotteiden ominaisuuksien esitystapaa, ja siten helpottaa tuotteiden keskinäistä vertailua. Merkintää ei haeta viranomaisilta vaan valmistaja kiinnittää CE-merkin tuotteeseen, kun sovellettavan harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) vaatimukset on täytetty.

”CE-merkintä tulee pakolliseksi kaikille niille rakennustuotteille, jotka saatetaan markkinoille ja joihin sovelletaan eurooppalaisia harmonisoituja tuotestandardeja. Rakennustuotteiksi katsotaan rakennuskohteeseen kiinteäksi osaksi tulevat tuotteet, kuten esimerkiksi betonielementit, ikkunat, kantavat teräsrakennneosat, rakennesahatavara, kiviaines ja tiementinnät.” (Ympäristöministeriö 2011.)



KUVA 2. CE-merkki (Ympäristöministeriö 2012)

CE-merkintä ei kuitenkaan takaa rakennustuotteen soveltuvuutta tiettyyn kohteeseen tietyssä maassa. Suunnittelua, käyttöä ja rakennuskohdetta säätelevät edelleen kansalliset viranomaissäädökset. (Ympäristöministeriö 2011.)

Lisäksi muuttuva lainsäädäntö ja kiristyvät ympäristövaatimukset asettavat infra-alan toimijoille kehittämispaineita materiaalien, valmiiden tuotteiden ja toimintatapojen osalta. Tämä puolestaan luo yrityksille tarvetta tehdä erilaisia tutkimus- ja selvityshankkeita, joissa tilanteisiin pyritään löytämään uusia vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Tuulivoiman tilanne on Suomessa varsin mielenkiintoinen. EU:n direktiivin mukaan Suomen on nostettava uusiutuvan energian käytön osuutta energian loppukäytöstä. Hallitus on myös linjannut pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa vuonna 2008 sekä kansallisessa uusiutuvan energian toimintasuunnitelmassa vuonna 2010, että tuulivoiman tavoitteena on 6 TWh:n tuotanto vuonna 2020. Tällä hetkellä tuotanto on noin 400 GWh.

Suomi on herännyt tuulivoiman rakentamiseen varsin myöhäisessä vaiheessa. Tähän asti energiakeskustelua on käyty paljolti ydinvoiman ympärillä. Investointihankkeita hidastavat paikallinen hyväksyttävyyys sekä lainsäädännön ja viranomaisten asettamat esteet. (Tarasti 2012, 7.)

1.2 Tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on kartoittaa infra-alalla käytettyjen betonituotteiden tämänhetkisiä käyttömääriä sekä muodostaa arvio tulevien vuosien kehityksestä. Lisäksi tässä työssä on tavoitteena selvittää tarkastelun kohteina olevien betonituotteiden valintakriteerejä, sekä perehtyä EU:n, suomen valtion ja eri liikelaitosten ohjeisiin ja määräyksiin, jotka ohjaavat suunnitteluvaiheessa erilaisten vaihtoehtojen vertailua.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Projektin pääasialliseksi tutkimusmenetelmäksi muotoutui kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä, jolle ominaista on tiedon kerääminen henkilöhaastattelujen avulla. Tämän lisäksi työssä on käytetty myös kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmiä keräämällä ja taulukoimalla tietoa uudelleen saatavilla olevista tilastoista ja julkaisuista kirjallisuustutkimusmenetelmän avulla.

TAULUKKO 1: Kohteet ja menetelmät

| Kohde | Tilastot | Julkaisut ja tutkimukset | Haastattelut |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|
| Sillat | x | | x |
| Maantiekateet | | x | x |
| Meluseinät | | x | x |
| Maanpaineiset tukimuurit | | | x |
| Kaapelikanavat | | | x |
| Tuulivoimalat | x | x | |
| Lyöntipaalut | x | x | x |

1.4 Rajaukset

Betoni on määrällisesti mitattuna ylivoimaisesti suurin rakentamisen raaka-aine (Betoniteollisuus ry). Tässä työssä on rajattu tarkastelun ulkopuolelle huomattava osa käytävissä olevista infra-alan betonituotteista. Tämän työn tarkasteluun on tilaajan pyynnöstä projektin suunnitteluvaiheessa valittu seuraavat kohteet:

- törmäyskaiteet
- sillat
- meluseinät ja -kaiteet
- maanpaineiset tukimuurit
- kaapelikourut
- tuulivoimalat
- lyöntipaalut.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

Projektissa keskeinen tutkimustyö perustuu kvalitatiiviseen metodiikkaan. Kvalitatiivisia menetelmiä on käytetty tietolähteiden rajaamiseen sekä tiedon keräämiseen henkilöhaastattelujen avulla. Rajaamalla tietolähteet mahdollisimman tarkasti niiden toimialan, pätevyyden ja luotettavuuden perusteella on laadituista tilastoista saatu mahdollisimman luotettavia. Eskolan ja Suorannan (1998, 63) mukaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa vastauksia tarvitaan juuri sen verran kuin on aiheen kannalta välttämätöntä.

Osa projektissa käytetyistä analyysimenetelmistä voidaan katsoa kuuluvan myös kvantitatiivisen metodiikan piiriin. Kvantitatiiviseen menetelmään sisältyy runsaasti laskennallisia ja tilastollisia menetelmiä. Näitä menetelmiä on käytetty tiedon keräämiseen olemassa olevista tilastoista ja taulukoista kirjallisuustutkimuksen avulla. Saaduista tiedoista on laadittu tilaajan käyttötarkoitukseen sopivat taulukot. Kvantitatiivisen metodiikan avulla on kerätystä lähtötietoaineistosta saatu määrällisesti riittävä sekä selkeästi taulukoitava.

Tutkimustyön henkilöhaastattelut on tehty käyttämällä avointa haastattelumenetelmää, joka vaatii haastattelijalta vankkaa ammattitaitoa ja asiantuntemusta. Koska opinnäytetyön tekijällä ei yleensä ole valmiuksia suorittaa lyhyessä ajassa vaativaa haastattelututkimusta, päädyimme siihen ratkaisuun, että projektin vetäjä suorittaa tarvittavat henkilöhaastattelut. Tämä päätös mahdollisti projektin valmistumisen annetun aikataulun puitteissa.

2.1 Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiivisen tutkimuksen yhtenä pääpiirteenä on tyypillisesti luonteeltaan kokonaisvaltainen tiedon hankinta, sekä aineiston kokoaminen luonnollisessa, todellisessa tilassa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 155).

Laadullisessa tutkimuksessa voidaan myös lähteä liikkeelle mahdollisimman puhtaalta pöydältä ilman ennakoasettamuksia tai määritelmiä. Lisäksi laadullisessa tutkimukses-

sa keskitytään usein myös varsin pieneen määrään tapauksia ja pyritään analysoimaan niitä mahdollisimman perusteellisesti. (Eskola & Suoranta 1998, 18–19.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa annetaan usein tilaa myös kohteena olevien henkilöiden omille tulkinnoille. Etukäteen laadittujen kysymysten sijaan henkilöt saavat suhteellisen vapaamuotoisesti kertoa aiheeseen liittyvistä kokemuksista ja mielipiteistään. (Tilastokeskus 2013.)

Kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisiin piirteisiin (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 155) kuuluu muun muassa että:

- suositetaan ihmistä tiedon keruun instrumenttina
- valitaan kohdejoukko tarkoituksenmukaisesti
- käytetään induktiivista analyysiä
- tutkimussuunnitelma muotoutuu tutkimuksen edetessä.

2.2 Kvantitatiivinen tutkimus

Kvantitatiivisessa analyysissä argumentoidaan lukujen ja niiden välisten systemaattisten, tilastollisten yhteyksien avulla. Tämän lähtökohtana on tietenkin se, että aineisto saatetaan taulukkomuotoon. (Alasuutari 1994, 25.) Kvantitatiiviset menetelmät on ihmis- ja yhteiskuntatutkimuksessa liitetty positivistiseen tiedekäsitykseen, jossa tutkimuksen tavoitteena on ennustaa, selittää ja kontrolloida tutkittavaa ilmiötä (Tuomivaara 2005, 29).

Kvantitatiivinen tutkimus edellyttää aina jonkintasoista mittausta, joka voi perustua moneen erilaiseen asiaan. Mittaus voi olla tyypittelyä, luokittelua, järjestämistä jne. Jos kvantitatiivinen mittaus pystyy antamaan tutkittavasta ilmiöstä tutkimusongelman kannalta relevanttia tietoa, voidaan analyysissä käyttää tilastollisia menetelmiä. (Alkula, Pöntinen & Ylöstalo 1999, 21, 46.)

Kvantitatiivisen tutkimuksen keskeisiin asioihin (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 129) kuuluu että havaintoaineisto soveltuu määrälliseen ja numeeriseen mittaamiseen. Lisäksi muuttujat muodostetaan taulukkomuotoon ja aineisto saatetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon, ja päätelmät tehdään havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen.

2.3 Haastattelututkimuksen tieteellinen teoria

Haastattelu on osapuolien välistä vuorovaikutusta, jossa kumpikin osapuoli vaikuttaa toisiinsa. Henkilöhaastattelu on usean asiantuntijan mielestä joustava tapa kerätä aineistoa ja se soveltuu usein käytettäväksi sekä kvalitatiivisessa että kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä. Haastattelulla voidaan säädellä aineiston keräämistä joustavasti tilanteen edellyttämällä tavalla. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 192.)

Haastattelut on perinteisesti jaettu kolmeen eri kategoriaan: strukturoituihin, puolistrukturoituihin tai strukturoimattomiin eli avoihin haastatteluihin. Edellisen jaottelun lisäksi haastattelut voidaan vielä jakaa jäsenneilyihin ja jäsennelemättömiin haastatteluihin. (Räsänen 2013.)

Strukturoitu haastattelu eli lomakehaastattelu suoritetaan kyselylomaketta apuna käyttäen. Lomakkeen kysymykset ja väitteiden muoto sekä esittämisjärjestys on täysin määrätty. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 195.) Strukturoitua haastattelua voidaan käyttää silloin, kun haastateltavia on paljon ja he edustavat melko yhtenäistä ryhmää (Metsämuuronen 2009, 246).

Puolistrukturoitu haastattelu, josta käytetään myös nimeä teemahaastattelu, on lomakehaastattelun ja avoimen haastattelun välimuoto. Teemahaastattelu sopii hyvin käytettäväksi tilanteisiin, joissa kohteina ovat intiimit tai arat asiat. (Metsämuuronen 2009, 246.) Teemahaastattelussa aihepiirit ovat tiedossa, mutta kysymyksillä ei ole tarkkaa muotoa ja järjestystä (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 195).

Strukturoimaton haastattelu, josta käytetään myös nimiä avoin-, vapaa-, syvä- tai informaalishaastattelu, on Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran (2000, 196) mukaan kaikista lähimpänä keskustelua. Avoimessa haastattelussa osapuolet keskustelevat tietystä ai-

heesta, mutta kaikkien haastateltavien osapuolten kanssa ei käydä kaikkia aiheita läpi (Eskola & Suoranta 1998, 87).

Jäsennellyssä haastattelussa haastattelun vakioasettelua käytetään korostaen valikoituja vastauskategorioita sekä järjestelmällistä otantaa ja valmiita toimintamalleja yhdistettynä kvantitatiivisiin mittoihin ja tilastollisiin menetelmiin (Räsänen 2013).

Jäsentelemättömässä haastattelussa vastaajalle annetaan lähes täydet valtuudet keskustella reaktioista ja mielipiteistä tietyssä asiassa. Haastattelija vain ohjaa tilannetta johtokysymyksin. (Räsänen 2013.)

2.4 Kirjallisuustutkimus

Kirjallisuustutkimuksen raportin sisältö on suurimmaksi osin poimintoja sekä tulkintoja muiden tekemistä teksteistä, loppuosa raportista on tutkijan kommentteja ja arviointeja. Kirjallisen aineiston analysoiminen on yleensä varsin yksinkertaista. Aineistosta on löydettävä kohdat, jotka valaisevat tutkittavaa ongelmaa. Lisäksi on arvioitava näiden kohtien käyttökelpoisuutta. (Routio 2013.)

Valintakriteerit käytettäville tiedoille on valittava työn päämäärän mukaisesti, eli siten mihin tuloksia on tarkoitus käyttää. Kaksi tavallisinta vaihtoehtoa kirjallisen aineiston tutkimuksen lähestymistapaa ovat joko asioiden tilan toteaminen tai niiden ohjaaminen nykyistä paremmaksi. (Routio 2013.)

Toteavassa lähestymistavassa tavoitteena on kerätä kirjallisuudesta tietoja kohteesta ja tarkistaa ovatko tiedot totuudenmukaisia. Tähän käytetään lähdekritiikin metodiikkaa. Lähdekritiikille on järkevää alistaa vain faktatiedot, eikä ihmisten omia mielipiteitä asioista. (Routio 2013.)

Ohjaavassa lähestymistavassa tarkoituksena on auttaa käytännössä aikaansaamaan haluttuja asioita tai auttaa poistamaan olevia epäkohtia. Metodina käytetään tietojen hyödyllisyyden arviointia. (Routio 2013.)

2.5 Aineisto

Projektin aineisto on kerätty useista eri lähteistä kirjallisuustutkimuksen ja henkilöhaastattelujen avulla. Tilastoitujen tietojen sekä henkilöhaastattelujen lähteiksi valittiin Liikennevirasto, VTT, VR Track, TAMK ja Betoniteollisuus ry. Edellä mainittujen lisäksi henkilöhaastattelujen kohteina olivat myös TVO Eurajoen, Neste Porvoon ja Naantalin yksiköiden vastaavat työnjohtajat sekä siltainsinöörejä Helsingissä, Vantaalla, Espoossa, Turussa ja Tampereella.

Kirjallisuustutkimuksen kohteina olivat myös virastojen ja laitosten laatimat kirjalliset suunnitteluohjeet sekä yhdistysten ja ministeriöiden laatimat verkkojulkaisut ja selvitykset. Nykytilanteen kartoituksessa sekä tulevaisuuden näkymiä arvioitaessa tietoja on saatu Suomen Tuulivoimayhdistys ry:stä, Energiateollisuus ry:stä, Työ- ja elinkeinoministeriöstä, Liikennevirastosta, Liikenne- ja ympäristöministeriöstä, TAMK:sta sekä VTT:ltä.

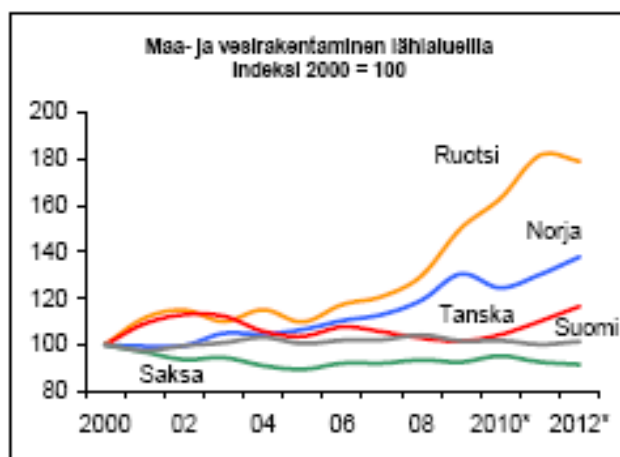
Tämän lisäksi projektin aikana tutustuttiin myös muutamiin aiheisiin liittyviin opinnäytetöihin ja tutkimuksiin, joista saatiin hyödyllistä tietoa toteutuneiden projektien erilaisista rakenneratkaisuista ja kustannuksista.

3 INFRARAKENTAMISEN TILANNEKATSAUS

3.1 Vuosi 2010

Raha- ja finanssipoliittiset toimenpiteet auttoivat maailmantalouden noin 4 prosentin kasvuun vuonna 2010. Suomi ja Eurooppa toipuivat kasvuun yllättävän nopeasti. Osa myönteisestä kehityksestä oli infrarakentamisen ansiota. Useiden maiden elvytyspaketit sisälsivät juuri infrahankkeita. (Vainio & Nippala 2010, 3.)

Suomessa kesän jälkeen julkaistut ennusteet odottivat 2-4 prosentin talouskasvua sekä 2010 että 2011. Kuntatalous oli kuitenkin painumassa heikoksi ja valtiontalouden rahoitusasema oli heikentynyt velkojen kasvun, verohelpotusten, työttömyysmenojen sekä elvytystoimenpiteiden takia. (Vainio & Nippala 2010, 3.)



KUVIO 1. Infrarakentaminen lähialueilla (Tilastokeskus, Euroconstruct, VTT 2010)

Vuoden 2010 suhdannenäkymiä pidettiin heikkoina. Maanrakennusalan yritysten liikevaihto oli pudonnut alkuvuodesta lähes viidenneksen. Infrarakentamisen alamäen uskottiin taittuvan kuluvan vuoden lopulla ja positiivisen kehityksen uskottiin käynnistyvän Uudellamaalla ja pohjoisessa Suomessa. (Vainio & Nippala 2010, 5.)

Maa- ja vesirakennusalan näkymät 2010–2011 raportin laatineen tutkimusryhmän mukaan infrarakentaminen supistui vuonna 2009, säilyi ennallaan vuonna 2010 ja vuoden 2011 pienen notkahduksen jälkeen kääntyy selvään kasvuun vuonna 2012. (Vainio & Nippala 2010, 5.)

Infrahankkeista ratahankkeet, vesiliikenne ja kaivostoiminta olivat kasvussa, maanteiden ja energiaverkostojen rakentaminen supistui. Myös jätehuollon, vesihuollon ja satamarakentamisen sektorit supistuivat vuonna 2010. Kuntien taloustilanteen uskottiin pysyvän heikkona myös lähivuosina, mikä rajoittaisi niiden infrainvestointeja. (Vainio & Nippala 2010, 5.)

3.2 Vuosi 2011

Vuonna 2011 alan kysyntä hiipui. Tilannetta varjostivat rahoituksen niukkuus ja nousevat panoshinnat. Vuoden aikana maailmantalouden kasvu hidastui, ja uuden taantuman pelko lisääntyi varsinkin teollistuneissa maissa. Huolta aiheuttivat kehittyneiden maiden julkistalouksien velkaantuminen ja Euroopan finanssikriisimaiden ongelmat. Vuoden 2012 ennusteita muutettiin alaspäin, aiempi positiivinen kehitys muuttui negatiiviseksi. (Vainio & Nippala 2011b, 1.)

Suomessa valtio ja kunnat leikkasivat infrainvestointejaan, mikä näkyi ensimmäisenä suunnittelijoiden työtilanteessa. Lähes kaikki infrarakentamisen sektorit supistuivat vuonna 2011. (Vainio & Nippala 2011b, 1.)

| INFRARAKENTAMINEN JA KUNNOSSAPITO SEKTORIKOHTAISET MÄÄRÄMUUTOKSET | | | | |
|--|----------------|------------|-------------|------------|
| | 2010 milj.€ | 2010 | 2011 | 2012 |
| Tiet | 930 | - | -- | ++ |
| Kadut | 1060 | -- | -- | -- |
| Radat | 695 | ++ | - | ++ |
| Tietoliikenne | 660 | +- | - | +- |
| Energiahuolto | 850 | +- | +- | +- |
| Vesihuolto | 525 | - | +- | - |
| Muut väylät ja ympäristö | 885 | - | - | - |
| Uudisrakennusten pohjat ja pihat | 670 | +++ | +- | - |
| YHTEENSÄ | 6 300 | 3 % | -3 % | 0 % |
| Kaivosten avaaminen | | ++ | ++ | - |

KUVA 3. Infrarakentamisen määrämuutokset (Vainio & Nippala 2011)

Perustienpidon rahoitus supistui nimellisesti lähes 10 miljoonaa euroa ja reaalisesti enemmän, kun otetaan huomioon rahan arvon muutos ja nousseet panoshinnat. Kuntien

katuinvestointien ennakoitiin supistuvan vuonna 2011 sekä 2012 kuntien taloustilanteen takia. (Vainio & Nippala 2011b, 3.)

Perusradanpidon rahoitus kasvoi nimellisesti yli 15 miljoonaa euroa. Kasvun syinä mainitaan muutaman viime vuoden aikana roudan aiheuttamat vauriot rataverkolle. Ratainvestointien ennakoitiin säilyvän korkealla tasolla myös vuonna 2012. (Vainio & Nippala 2011b, 3.)

Lentoliikenteen investoinnit painoutuivat terminaalirakennuksiin. Ainoa infrainvestointi oli Helsinki-Vantaa lentoaseman jäänpoiston hulevesien käsittely ja kiitoteiden päällystäminen. (Vainio & Nippala 2011b, 3.)

Valtion vesiväyläinvestoinnit olivat 9 miljoonaa euroa. Kauppamerenkulun turvaamiseen sekä lautta- ja lossiliikenteen palveluihin käytettiin 100 miljoonaa euroa. Suurimmat hankkeet olivat Pietarsaaren ja Uudenkaupungin meriväylät. (Vainio & Nippala 2011b, 3.)

Energiasektorin investointien määrä lisääntyi uusien jätteenpolttolaitosten rakentamisen ansiosta. Uudistalorakentamisen pohjatöiden määrän kasvu pysähtyi ja määrän ennakoitiin supistuvan hieman vuonna 2012. Asuntotuotanto supistui noin 15 prosenttia. (Vainio & Nippala 2011b, 3.)

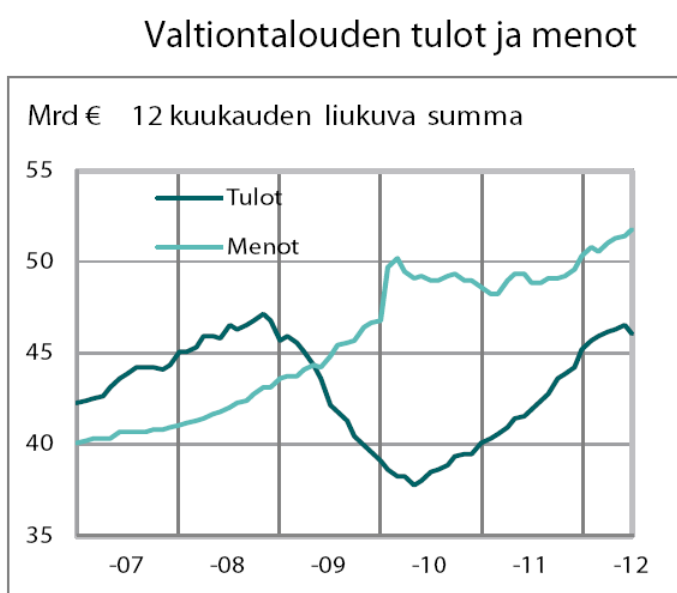
Kaivostoiminnassa käynnistyi Pampalon kultakaivoksen rakennustyöt. Kevitsan kaivos oli rakennusvaiheessa ja tuotannon odotettiin alkavan vuonna 2012. Kolarissa aloitettiin uudelleen kalkkikiven louhintaa. (Vainio & Nippala 2011b, 3.)



KUVIO 2. Kustannusten vuosimuutokset (Tilastokeskus 2011)

3.3 Vuosi 2012

Infrarakentaminen on lievässä alamäessä ja alan kasvuodotukset siirtyvät vuodelle 2014. Valtion budjetin alijäämäisyyden takia infrarakentamisen rahoitusmahdollisuudet ovat niukat. Julkisyhteisöjen velka on vuoden 2012 lopussa yhteensä noin 52 prosenttia bruttokansantuotteesta ja valtion infrainvestoinnit tulevat supistumaan edelleen lähivuosina. Myös kuntien taloustilanne on heikentynyt edelleen. Kunnat ovat ottaneet lähes yhden miljardin lisää velkaa vuoden 2011 aikana, joka on nostanut kokonaisvelkatason 12 miljardiin euroon. Tämänhetkinen taloustilanne kiristää kuntien infrainvestointien rahoitusta, ja hankkeita tullaan harkitsemaan huolellisesti. (Vainio & Nippala 2012b, 1.)



KUVIO 3. Valtiontalouden kehitys (Suomen Pankki)

Infrarakentamisen tilanteeseen vaikuttaa yleisesti myös Euroopan rahoituskriisin syveneminen, sekä Syyrian ja Iranin kriisit, jotka nostavat öljyn hintaa. Suomessa tilanteeseen vaikuttavat lisäksi tarjoushintojen nousu ja uudisrakentamisen hiipuminen. (Nippala 2012, 2.)

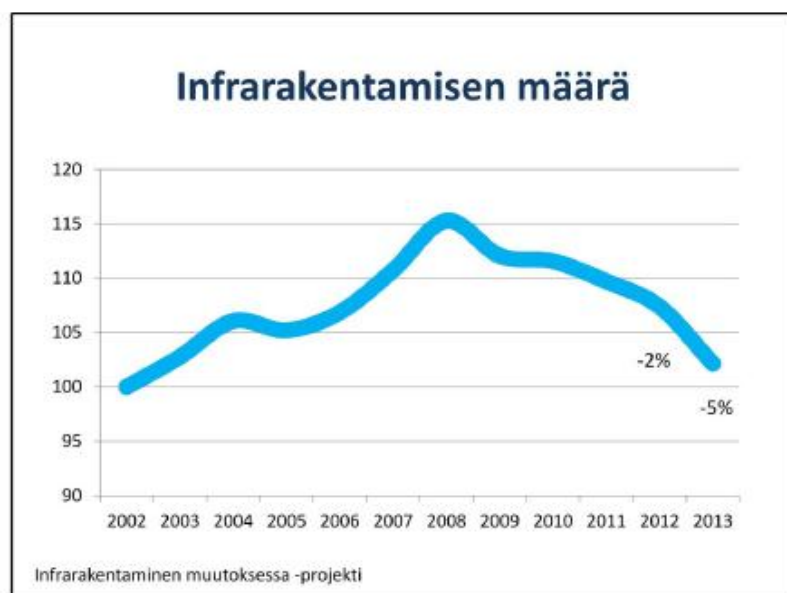
Infrarakentamisessa on käytössä runsaasti koneita ja kalustoa. Öljyn hinnan nousu sekä verojen korotukset ovat nostaneet infrarakentamisen kustannuksia. Tilastokeskuksen mukaan maanrakennusalan kustannukset ovat nousseet 4,2 prosenttia vuoden 2011 elokuusta vuoden 2012 elokuuhun. Korkokuluja ja vakuutusmaksuja lukuun ottamatta kaikki maanrakennuskustannusindeksiin vaikuttavat tekijät ovat nousseet vuoden 2005

jälkeen inflaatiota enemmän. Eniten ovat nousseet bitumituotteiden ja polttoaineiden kustannukset. (Vainio & Nippala 2012b, 2.)



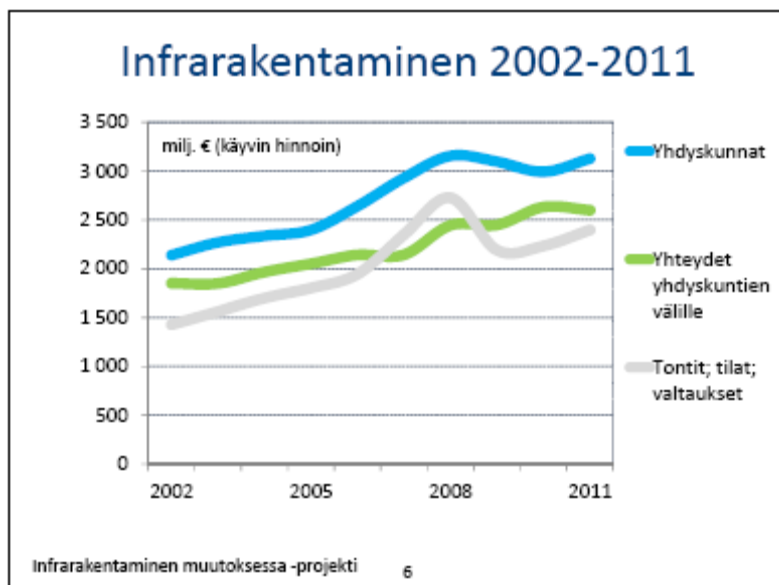
KUVIO 4. Rakentamisen kustannuskehitys ja inflaatio (Tilastokeskus 2012)

Infrarakentamisen uskotaan supistuvan edelleen noin 5 prosenttia vuonna 2013, myös ratarakentamisen uskotaan supistuvan. Näiden arvioiden perustana on ollut bruttokansantuotteen lasku ja tieto että elvytystoimiin ei ryhdytä. Infrarakentamisen arvioidaan jälleen kasvavan vuonna 2014, kun talonrakentaminen ja kaivosteollisuuden infrarakentaminen lisääntyvät. (Vainio & Nippala 2012b, 1.)



KUVIO 5. Infrarakentamisen ennuste (Vainio & Nippala 2013)

Infrasuhdanneraporttia varten laaditun kyselyn perusteella suunnittelun suhdannetilanne oli heikoimmillaan syksyllä 2011. Syksyllä 2012 kyselyn mukaan sekä liikevaihto että työntekijämäärä ovat lisääntyneet prosentin edellisvuodesta, myös lomautukset ovat vähentyneet. Tästä huolimatta vuoden 2013 kysynnän arvioidaan vähentyvän. (Vainio & Nippala 2012b, 3.)

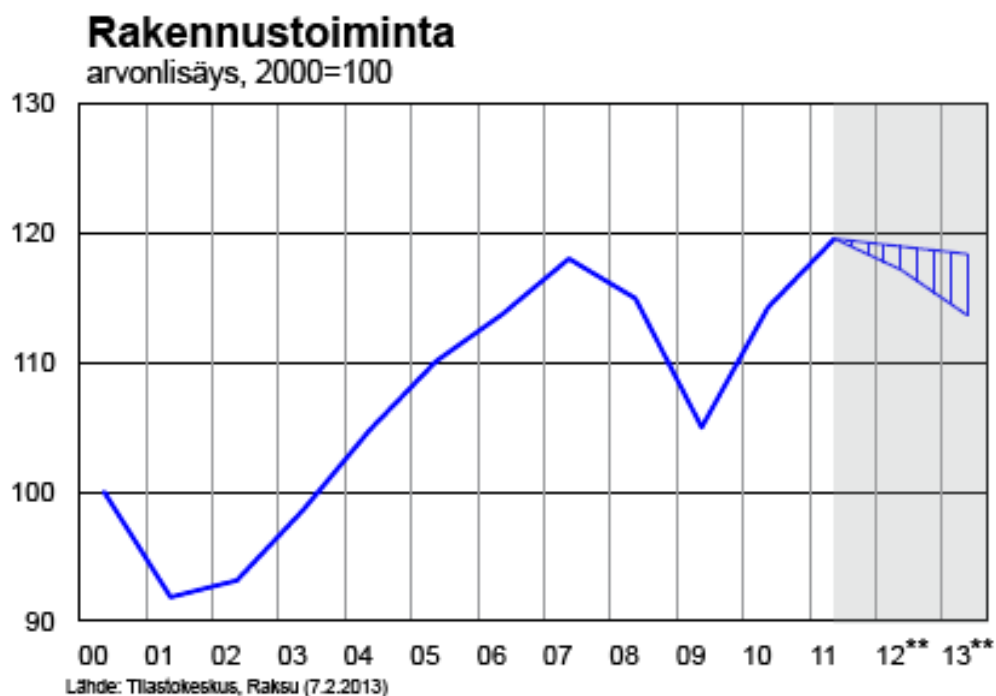


KUVIO 6. Infrarakentamisen kehitys (Vainio et.al. 2012)

Rakennusalan suhdanneryhmän laatiman RAKSU-raportin mukaan rakentaminen vähe-
nee maltillisesti vuonna 2013. Rakentaminen pysyy kuitenkin kohtuullisella tasolla, eikä
varsinaista romahdusta ole odotettavissa. Rakentamisen suhdannetilanne on heikko,
mutta alan omat arviot ovat hieman viime syksyä positiivisemmat. (Rakennusalan suh-
danneryhmä 2013, 3.)

Matalalla pysyttelevä korkotaso ja negatiivinen reaalikorko tukevat asuntokauppaa ja
rakentamista, kun taas verojen kiristyminen ja työllisyyden vaisu kehitys vaikuttavat
pääinvastaiseen suuntaan. Rakennuskustannusten nousun odotetaan hidastuvan hieman.
Maa- ja vesirakentamisen kustannuskehitys on ollut nopeaa muuhun hintakehitykseen
verrattuna, mutta tahti on nyt hidastunut. Maa- ja vesirakentamisen liikevaihto on kas-
vanut koko tammi-lokakuun 2012 ajan, loppuvuotta kohti hidastuen. (Rakennusalan
suhdanneryhmä 2013, 3-4, 11.)

Uutena hankkeena maanteillä on esimerkiksi Kehä III 2 vaihe, jonka rakentaminen alkaa kesällä 2013. Suunnitteilla on myös Tampereen rantaväylä, joka on osa valtakunnallista päätieverkkoa. Ratahankkeissa suunnitellaan pääkaupunkiseudulle Pisara-rataa. Myös energiasektorille on tulossa useita infrarakentamista edellyttäviä hankkeita. Edellisten hankkeiden lisäksi jätevesien käsittelyyn liittyvät työt haja-asutusalueilla ovat edelleen ajankohtaisia vuonna 2013. (Rakennusalan suhdanneryhmä 2013, 11.)



KUVA 4. Rakennusalan arvonlisäys (Tilastokeskus, Raksu 2013)

4 BETONIKOhteita infrarakentamisessa

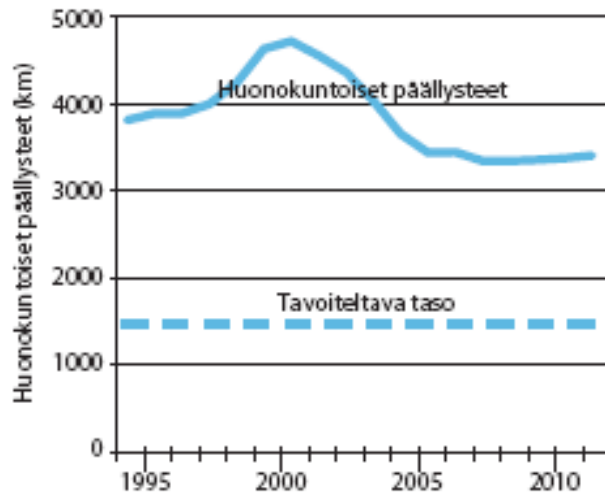
Betoni on hyvin yleinen raaka-aine talonrakentamisen lisäksi myös infrarakentamisessa. Määrällisesti mitattuna ylivoimaisesti suurin osa betonista käytetään siltojen rakentamisessa. Myös suurissa satama- ja vesistöhankeissa betonin käyttömäärät saattavat olla suuria, mutta näitä isoja hankkeita on Suomessa melko harvoin. Elementtiteollisuuden valmistamien tuotteiden betonin määrä jää myös selvästi sillanrakentamisessa käytettävän betonin määrästä.

Tässä työssä lähemmin tarkasteltujen kohteiden lisäksi betonia käytetään infrarakentamisessa esimerkiksi:

- liikennemerkkien ja pylväiden jalustoissa
- maantierummuissa ja putkiarinoissa
- vesiputki- ja viemäri- linjoissa
- kaukolämpöputkien suojakuorissa
- radan pylväsperustuksissa
- ponttonisilloissa.

4.1 Liikenneväylien tilanne ja turvallisuuden parantaminen

Liikenneviraston mukaan päällysteiden kunto pääteillä on melko hyvä ja muiden teiden tyydyttävä. Teiden rakenteet ovat kuitenkin vanhoja, mikä lisää painumia pääteillä ja pinnan vaurioita vähäliikenteisillä teillä. Erityisesti vähäliikenteisillä teillä päällysteen uusiminen edellyttää usein myös vanhan rakenteen korjausta. Tämä puolestaan nostaa kustannukset suhteellisen suuriksi liikenteen määrään nähden. Liikenneverkkojen kunnon ylläpitämisessä haasteena on liikenneverkkojen laajuus ja liikennemäärien suuri hajonta. (Tiehallinto 2007a, 17.)



KUVIO 7. Päällysteiden kuntokehitys (Tiehallinto 2007a)

Liikenneviraston laatiman tietilaston mukaan maanteiden keskimääräinen vuorokausiliikenne on kasvanut jokaisessa tieluokassa. Eniten kasvua on valtateillä, joiden keskimääräinen vuorokausiliikenne on kasvanut yli kaksinkertaiseksi vuoteen 1981 verrattuna. (Liikennevirasto 2011.) Liikennemäärien kasvusta huolimatta onnettomuuksien määrä on kuitenkin laskenut tasaisesti ajoneuvojen ja teiden turvallisuuden parantumisen takia.

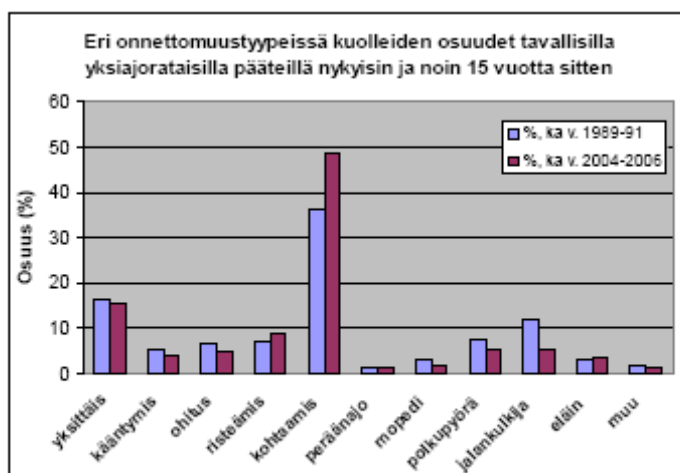


KUVA 5. Pääteiden liikennekuolemat/100km vuosina 2006–2010. (Liikennevirasto 2011)

Liikenne- ja viestintäministeriön laatiman liikennepoliittisen selonteon 2012 mukaan ”kenenkään ei tarvitse kuolla eikä loukkaantua vakavasti liikenteessä”. Liikenneverkkojen kehittämistä varten on laadittu liikenneinvestointiohjelma, jonka mukaan pääväylillä matkojen ja kuljetusten toimivuutta ja turvallisuutta on parannettava. Lisäksi tieverkon toimilla on lisättävä liikenneturvallisuutta ja yhtenäisempää palvelutasoa pitkämatkaisessa liikenteessä. Investointiohjelman lähtökohtana on ollut hallitusohjelman kirjaus, jossa tärkeänä pidetään että hankkeen tulee olla:

- suuria liikennemääriä palveleva
- talouskasvua tukeva
- kustannushyötysuhteeltaan paras
- liikenneturvallisuutta edistävä
- päästöjä vähentävä
- maakunnallisesti merkittävä.

Kohtaamisonnettomuudet ovat pääteiden yleisin liikennekuolemia aiheuttava onnettomuustyyppi. Tienpitäjän kustannustehokkaimmat keinot näiden onnettomuuksien välttämiseksi ovat nopeusrajoitusten alentaminen tai ajosuuntien erottaminen keskikaiteella. (Liikennevirasto 2012b, 3.) Kohtaamisonnettomuuksien suurin esiintymistiheys on vilkasliikenteisillä pääteillä tiiviin tienvarsiasutuksen ulkopuolella. Kohtaamisonnettomuuksien riski kasvaa liikennemäärien ja raskaan liikenteen osuuden lisääntyessä sekä ajonopeuksien noustessa. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007a, 3.)



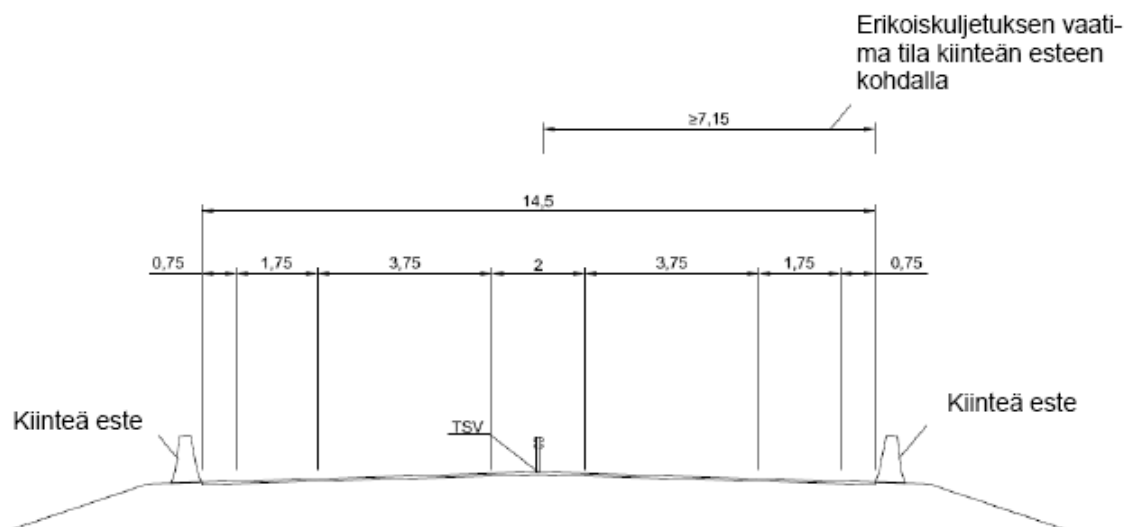
Kuva 1-1. Eri tyyppisissä onnettomuuksissa kuolleiden määrät ja osuudet nykyisin ja noin 15 vuotta sitten.

KUVIO 8. Kohtaamisonnettomuuksien osuus. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007.)

Keskikaiteiden avulla vakavia onnettomuuksia saadaan vähennettyä voimakkaasti ja kohtaamisonnettomuudet häviävät lähes kokonaan. Ongelmana keskikaidehankkeille pidetään suuria investointikustannuksia, etenkin jos tien lähiympäristön vuoksi tarvitaan kattavat rinnakkaistiejärjestelyt. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007a, 3.)

4.1.1 Törmäyskaiteet

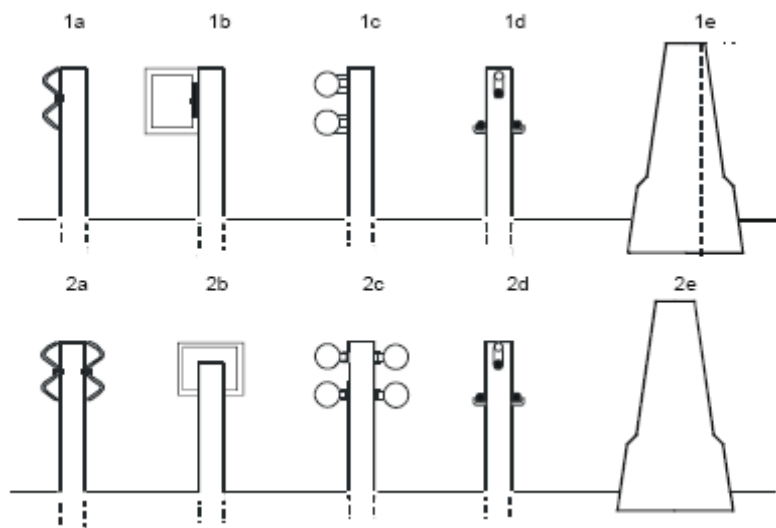
Maantieliikenteen törmäysonnettomuuden seuraukset ovat yleensä vakavia. Tutkimuksissa on havaittu, että maanteiden keskikaiteet ehkäisevät törmäysonnettomuuksia parhaiten. Maanteiden erikoiskuljetusten tilantarve kuitenkin aiheuttaa ongelman keskikaiteen rakentamiselle. Liikennevirasto onkin suunnitellut suurten erikoiskuljetusten tavoiteverkon (SEKV), jonka tarkoituksena on varmistaa erikoiskuljetuksille käyttökelpoiset reitit. Muualla tieverkolla sallittaisiin kapeampi liikennetila leventämättä maanteitä ja keskikaide voitaisiin rakentaa yhä useampaan paikkaan.



KUVA 6. Erikoiskuljetusten vaatima vapaa tila. (Tiehallinto 2006)

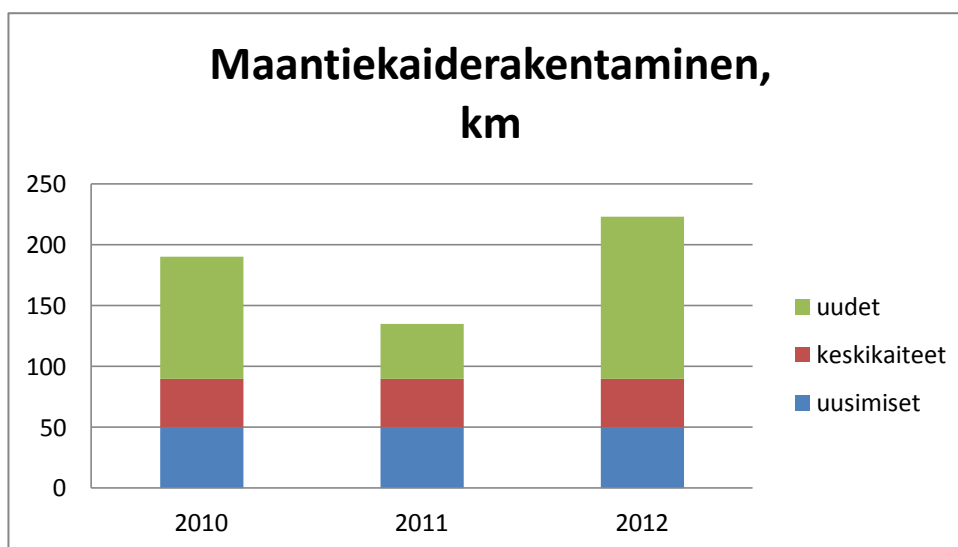
Suomessa on rakennettu keskikaiteellisia ohituskaistoja vuodesta 2000. Niistä saadut kokemukset ovat olleet positiivisia, sillä ne ovat parantaneet liikennöitävyyttä ja turvallisuutta. Keskikaiteet ovat tehokkain keino kohtaamisonnettomuuksien vähentämiseksi, siksi kaikki uudet ohituskaistat pyritään varustamaan keskikaiteilla. Niiden rakentaminen on kuitenkin kallista, joten myös kevyempiä toimenpiteitä tehdään. Keskikaideteiden huoltaminen ja hoitaminen ei ole erityisesti vaikeampaa kuin muidenkaan teiden.

Maantiekaitteita rakennetaan teräsbetonista, teräsvaijerista ja teräksestä. Betoniset maantiekaitteet toimivat sekä törmäyskaiteina että meluntorjuntakaiteina. Teräsvaijerien käyttöä ei suositeta niiden aiheuttaman negatiivisen yleisilmapiiirin takia. Erityisesti moottoripyöräilijät ovat huolissaan omasta turvallisuudestaan ajaessaan teräsvaijerikaiteilla varustetuilla teillä. Vielä 1970- ja 1980-luvulla kaidemateriaalina käytettiin puuta ja joissakin yhteyksissä myös terästankoja.



KUVA 7. Käytössä olevat kaidetyypit (Liikennevirasto 2010)

Maantiekaitteista ei ole tehty liikennevirastossa selvitystä rakentamismääristä. Niistä ei pidetä myöskään tilastoa ja urakoitsijat ovat suorittaneet hankinnat eri tiehankkeille. Vanhalle tieverkolle keskikaideteitä on rakennettu 11 vuodessa noin 120 km, eli keskimäärin 10 km vuosittain. Käytännössä tämä on tarkoittanut noin 40 kaidekilometrin rakentamista vanhalle tieverkolle. Tämän lisäksi maantiekaidetta rakennetaan uusille ja peruskorjattaville tieyhteyksille. Vanhan tieverkon vaurioituneita kaitteita korjataan muutamia kilometrejä vuosittain.



KUVIO 9. Maantiekaiden rakentamismäärät

Liikennevirasto on päättänyt, että vilkasliikenteisten maanteiden reunakaiteet kunnostetaan, yhteensä näitä kunnostettavia kaiteita on 4300 km. Lisäksi rakennetaan uudentyyppisiä edullisia keskikaideratkaisuja. Tavoitteena on, että 500 – 800 km on kunnostettu vuoteen 2015 mennessä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012a, 26.)

4.1.2 Törmäyskaiteiden kustannuksia

Keskikaiteellisten tiehankkeiden kustannuksissa on huomattavia eroja hankkeen luonteen perusteella. Kokonaiskustannukset ovat vaihdelleet vuoden 2008 hintatasolla 610 000 – 1 350 000 €/km välillä. Päätien levenyttämisen, rakenteen parantamisen ja keskikaiteen osuus kustannuksista on 200 000 – 500 000 €/km. Jos tietä joudutaan levenyttämään keskikaiteen vaatiman tilan takia, niin vähäisenkin levenyttämisen kustannus helppoissa oloissa on 300 000 – 500 000 €/km. Varsinaisen keskikaiteen kustannushintaa ei ole pidetty ratkaisevana kustannuseränä. Keskikaiteen hinta on vaihdellut 50 000 – 100 000 €/km välillä. (Mäkelä 2008.)

4.2 Siltojen uudisrakentamisen ja korjausmarkkinoiden kehitys

Suomen maantieverkon laajamittainen rakentaminen alkoi 1930-luvulla. Samaan aikaan rakennettiin myös ensimmäiset teräsbetonisillat. Sota keskeytti rakentamisen ja vasta 1950-luvulla päästiin yli 100 sillan vuosirakentamisvauhtiin. Päämateriaalina silloissa

on käytetty teräsbetonia. Kaikkein vanhimmat sillat Suomessa ovat kuitenkin luonnonkivi-, teräs- ja puusilloja. 1950-luvun lopulla aloitettiin jännitettyjen teräsbetonirakenteiden tekeminen.



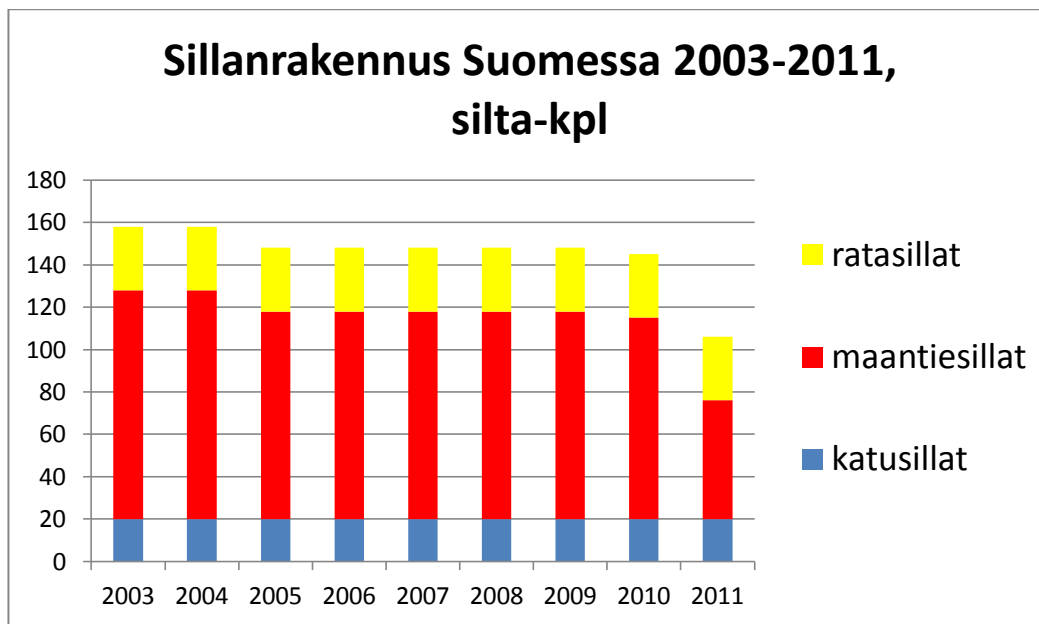
KUVIO 10. Siltojen rakennusmateriaalien jakauma

Suomessa siltoja on perinteisesti rakennettu betonista paikallavaluna. Euroopassa ja muualla maailmassa rakennetaan siltoja myös betonisista valmiselementeistä, jotka nostetaan paikoilleen. Suomessa betonielementtisiltojen osuus koko siltakannasta on varsin vähäinen.

Sillanrakentaminen on ollut Suomessa varsin vilkasta 1960-luvulta aina 1990-luvun loppupuolelle asti. 1960-luvulla siltoja rakennettiin niiden pinta-alan perusteella lähes kolminkertainen määrä edelliseen vuosikymmeneen verrattuna. (Liikennevirasto 2010b, 3.) Sillanrakentaminen on vähentynyt tasaisesti 1970-luvun ja 1990-luvun huippuvuosiin noin 250 sillan vuositason tasolta noin 100 sillan rakentamistasolle. Poikkeuksen tähän tekevät moottoritiehankkeet, joissa valmistuu useita jopa kymmeniä siltoja lyhyellä aikavälillä. Uusia moottoritiehankkeita on Suomessa kuitenkin melko harvoin. 2010-luvun alussa sillanrakentaminen on noin 100 sillan vuositasolla.

Ratasiltoja rakennetaan noin 30 sillan vuosivauhdilla. Pääosa ratasilloista on teräsbetonirakenteisia, vain erikoistapauksissa silta on teräksinen. Vuonna 2013 uutena inves-

tointihankkeena aloitetaan Kokkola-Ylivieska kaksoisraiteen rakentaminen, mikä lisää sillanrakentamisen hetkellisesti ratapuolella noin 40 siltaan vuodessa. Samaan aikaan parannetaan Seinäjoki-Oulu väliä, jossa radan kunnostamisen lisäksi uusitaan siltakan-



KUVIO 11. Siltojen lukumäärät

Viime vuosien aikana ratasiltoja on korjattu paljon ja uusien rataosuuksien rakentamisen hiipumisen myötä myös uusien ratasiltojen rakentaminen uhkaa vähentyä.

4.2.1 Uusien siltojen rakentaminen kaupungeissa

Katusiltoja rakentavat pääasiassa isot kunnat uusille asuin- ja teollisuusalueille uusien katuyhteyksien takia. Harvinaista on että vanha silta puretaan ja tilalle rakennetaan uusi, kuten tapahtui Turussa vuonna 2010 kun Myllysilta painui ja joutui käyttökieltoon.

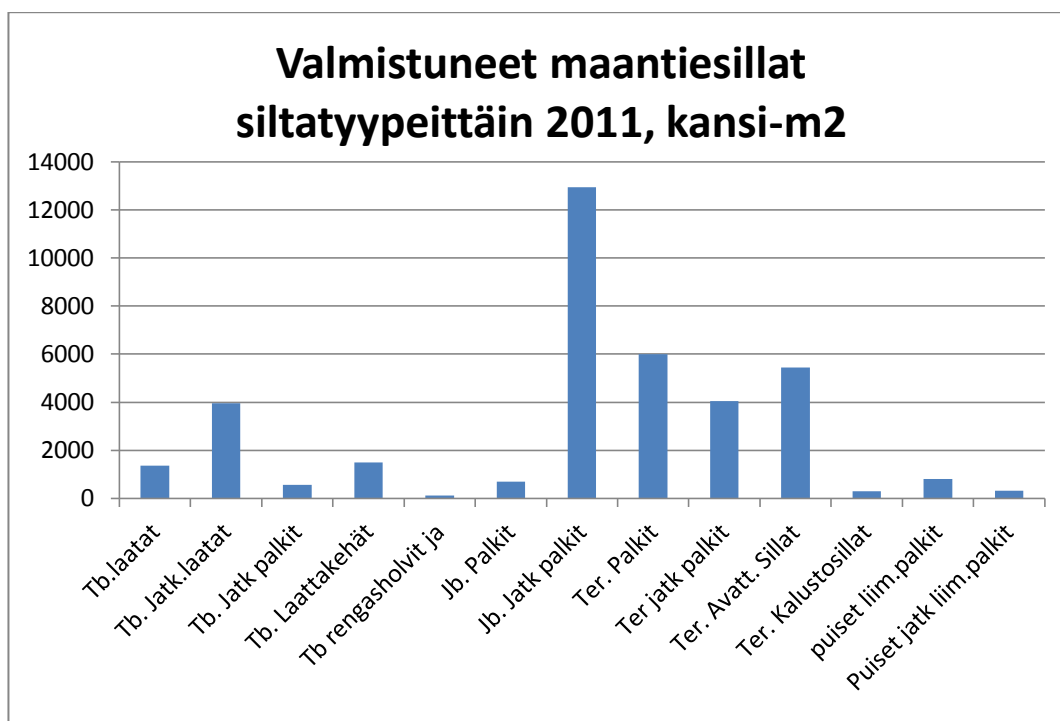
Suurista kunnista Helsinki rakentaa keskimäärin 2-3 siltaa vuosittain. Uudet alueet kuten Kalasatama nostavat ajoittain sillanrakentamisen jopa viiteen siltaan vuodessa. Uusia alikulkukäytäviä rakennetaan vain 1-2 kappaletta vuosittain.

Espoo rakentaa katusiltoja keskimäärin 2-3 siltaa vuosittain. Vuoden 2014 aikana kuitenkin todennäköisesti valmistuu 6 uutta siltaa. Kevyenliikenteen siltoja rakennetaan 1-

3 ja alikulkukäytäviä 0-3 kappaletta vuosittain. Yhteensä sillanrakentaminen vaihtelee lähivuosina Espoon alueella 6-11 sillan välillä vuosittain, mukaan lukien alikulkukäytävät.

Turussa siltoja rakennetaan keskimäärin yksi vuosittain. Kevyenliikenteen siltoja rakennetaan keskimäärin vain yksi joka kolmas vuosi ja alikulkukäytäviä vielä harvemmin eli yksi viidessä vuodessa.

Tampereella siltoja on rakennettu samaan tahtiin kuin Turussa, eli katusiltoja rakennetaan keskimäärin yksi vuosittain. Alikulkukäytävät ovat olleet Tampereella harvinaisen isoja viime vuosina kun Rongankadun ja rautatieaseman alikulkukäytävät alittavat koko ratapihan. Tällaiset tapaukset ovat harvinaisia ja niitä rakennetaan noin kerran sadassa vuodessa. Myös kevyenliikenteen siltoja rakennetaan Tampereella harvemmin kuin kerran vuodessa.



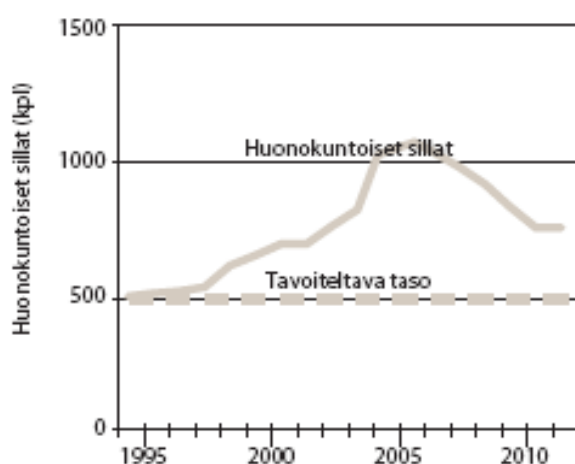
KUVIO 12. Valmistuneet maantiesillat tyypeittäin 2011

4.2.2 Siltojen korjaustarve

Siltojen ylläpidon ja hoidon keskeinen tehtävä on varmistaa siltojen liikenneturvallisuus, kuormankantokyky ja toimivuus sillan käyttöaikana. Siltoihin on sijoitettu huo-

mattava kansallinen pääoma, joten on tärkeää kohdentaa huolto ja ylläpitotoimet tehokkaasti ja oikein. (Tiehallinto 2009, 11.) Ylläpidon tarve ja merkitys tulee myös jatkossa kasvamaan sitä mukaa kun uusia siltoja valmistuu.

Saatujen kokemusten perusteella silta tulee peruskorjausikään 30 – 40 vuoden iässä. 1960-luvulla rakennetut sillat ovat saavuttaneet peruskorjausiän, mutta korjauksia ei ole voitu toteuttaa riittävässä määrin rahoituksen niukkuuden vuoksi. Tähän tilanteeseen on reagoitu vuonna 2005 valmistuneen julkaisun Siltojen ylläpito – Toimintalinjat mukaisesti. Siltojen ylläpidon ja korjauksen rahoitustaso on vähitellen nostettu tasolle, jolla kunnon heikkeneminen on saatu pysäytettyä sekä korjaustoiminnan vajetta on voitu ryhtyä poistamaan. Huonokuntoisten siltojen lukumäärän kasvu on pysähtynyt vuoden 2006 aikana. (Liikennevirasto 2010b, 3.)



KUVIO 13. Siltojen kuntokehitys (Tiehallinto 2007a)

Siltojen peruskorjaustarve ja samoin myös rahoitustarve ovat nousseet pysyvästi aikaisempaa suuremmiksi. Saavutettua rahoitustasoa uhkaa kuitenkin Euroopan talouskriisi, kotimaan velkaantumisasteen sekä öljyn hinnan nousu ja verotuksen kiristymisen. Näistä seikoista aiheutuvat säästötoimenpiteet tulevat vaikuttamaan myös siltojen ylläpidon ja korjauksen rahoitukseen.

Siltojen korjaustarve alkaa jälleen nousta 2020-luvulla, kun 1990-luvulla rakennetut suuret siltamäärät saavuttavat peruskorjausiän ja vanhempien siltojen peruskorjauskierto alkaa uudelleen. (Tiehallinto 2009, 14.)

4.3 Melusuojausten uudisrakentamisen tarpeellisuus

Maantielaissa edellytetään että maantieverkon ja liikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Uutta maantietä rakennettaessa pääperiaatteena on, että meluhaittaa ei aiheuteta. Jos meluhaittaa aiheutuu, Tiehallinto toteuttaa tarpeelliset ja kohtuullisin keinoin toteutettavissa olevat meluntorjuntatoimet.

Liikenne- ja viestintäministeriön laatimassa liikennepoliittisessa selonteossa 2012 todetaan että ympäristömelu voi aiheuttaa suoria ja epäsuoria terveyshaittoja. Lisäksi liikenteen aiheuttama melu heikentää elinympäristön laatua ja viihtyisyyttä. Suurin osa kansalaisten yhteydenotoista ympäristöasioissa liikennehallintoon koskee juuri melua.

Suomen lainsäädännön lisäksi EU:n ympäristömeludirektiivi (2002/49/EY) edellyttää että jäsenvaltiot laativat meluselvitykset ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmat. Suomessa direktiivi on pantu täytäntöön ympäristönsuojelulain muutoksella vuonna 2004. Myöhemmin laaditun meluselvityksen pohjalta on vastaavin rajauksin laadittu meluntorjunnan toimintasuunnitelmat suurista väestökeskittymistä sekä vilkkaista maanteistä, rautateistä ja lentokentistä. (Liikennevirasto 2008, 5.)

Vuoden 2003 tilanteesta tehdyn tarkastelun mukaan maanteiden varsilla asui noin 350 000 asukasta alueella, jolla päivämelutaso ulkona ylitti 55 dB. Tarkastelussa ei huomioitu jo tehtyjä meluntorjuntatoimia. Jos periaatepäätöksessä tavoitteeksi asetettu vähennys toteutettaisiin samoissa suhteissa maanteiden ja muun liikenteen meluntorjunnassa, merkitsisi se että vastaavilla alueilla vuonna 2020 asuisi 280 000 asukasta. Meluntorjunnan tavoitteiden toteuttaminen tienpidossa käytössä olevin resurssein, liikennemäärien ja tienvarsiasutuksen kasvaessa, on erittäin vaikeaa. (Liikennevirasto 2008, 20.)

4.3.1 Meluseinät ja -kaiteet

Tieliikenteen melualueet ovat jatkuvasti kasvaneet liikennesuoritteiden kasvaessa, mikä kasvattaa meluntorjunnan haasteita yhdyskuntarakennetta eheyttäessä. Tavoitteeksi on asetettu että Suomessa yli 55 desibelin melualueilla asuvien määrä saadaan vuoteen 2020 mennessä vähintään 20 prosenttia pienemmäksi kuin vuonna 2003. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012b, 11.)



KUVA 8. Törmäys-/melukaide, Kehä I ja meluseinä, Vt-6 (Rudus 2013)

Viime vuosien aikana Tiehallinto on joutunut lykkäämään erillisten meluntorjuntahankkeiden toteuttamista rahoitusongelmien vuoksi, eikä erillisiä meluntorjuntahankkeita ole vuoden 2001 jälkeen tehty juuri lainkaan. Tieverkon parannushankkeiden yhteydessä meluntorjuntaa on kuitenkin tehty n. 3 500 asukkaan kohdalla. Maanteiden varsilla kii-reellisesti meluntorjuntaa tarvitsevia asukkaita on vielä noin 100 kohteessa yhteensä 36 000. (Liikennevirasto 2008, 19.)

Maanteiden meluselvityksessä on tiedot eri puolelta Suomea niiltä maanteiltä, joiden liikennemäärä ylitti 6 000 000 ajoneuvoa vuodessa (16 500 ajoneuvoa vuorokaudessa). Tutkitun tieverkon pituus oli noin 750 kilometriä. Kyseisestä tarkasteluosuudesta oli valtateitä 18, kantateitä 5 ja maanteitä 15. Tarkastellulla tieverkolla on yhteensä 138,5 tiekilometrille toteutettu melusteitä, jotka sijoittuvat tie- tai liikennealueelle. Toiminta-suunnitelman kohteista 22 kohteessa on toteutettu meluntorjuntaa ja kuudessa kohteessa nykyistä meluntorjuntaa parannetaan. (Liikennevirasto 2008, 5, 15.)

Maanteiden ja rautateiden meluselvityksessä arvioitiin vuodessa yli 30 000 junaa kulke-vien rataosuuksien melutasot. Arvioitua rataosuutta oli yhteensä noin 375 km, josta suu-rimpien asutuskeskittymien ulkopuolella sijaitsee noin 175 km. (Liikennevirasto 2012c, 14.)

Vuosille 2008–2012 tarkoitettulle meluntorjunnan teemapaketille ei löytynyt tarvittavaa rahoitusta, joten suunnitelmien toteuttaminen esitetystä laajuudesta ei ole ollut mahdol-lista. Erillishankkeina on kuitenkin kyseisinä vuosina toteutettu 4 kohdetta, joissa ra-kennettiin meluaitoja alle 4 kilometriä, melukaiteita hieman alle 3 kilometriä ja melu-valleja hieman yli 3 kilometriä. Lisäksi väylien kehittämishankkeiden yhteydessä on

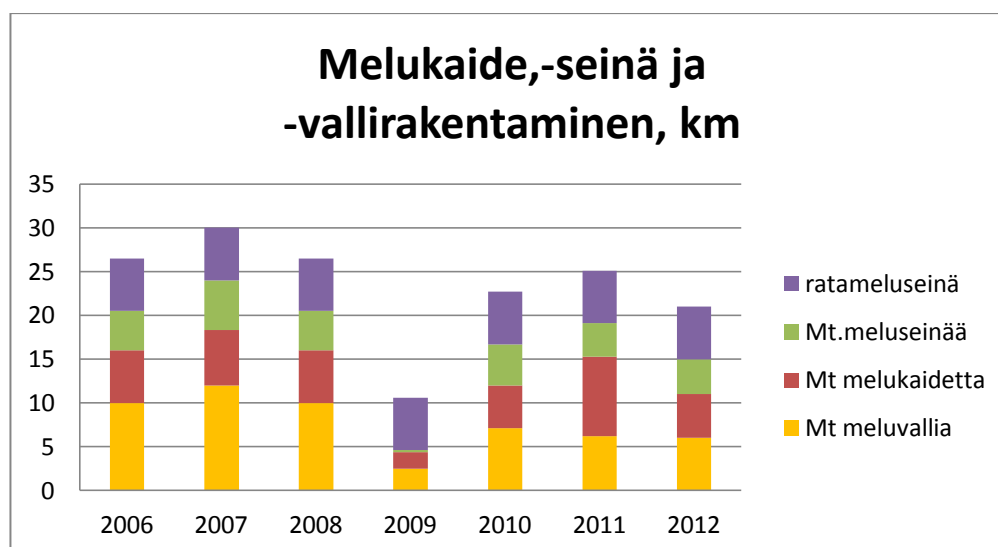
rakennettu eri puolille Suomea noin 18 kilometriä meluaitoja, noin 24 kilometriä melukaiteita ja noin 38 kilometriä meluvalleja. (Liikennevirasto 2013, 11.)

Satamissa rakennetaan meluseiniä erittäin harvoin. Viimeksi on rakennettu meluseinä Vuosaaren satamaan vuonna 2008. Meluseinän pituudeksi tuli lähes 1 kilometri.



KUVA 9. Vuosaaren sataman meluseinä (Vuosaaren Satama 2008)

Varsinaisessa maantiekaidetilastossa vuoden 2008 luvut osoittavat lähes 40 km meluseinä- ja kaiderakentamista. Tämä johtuu siitä, että 3-vuotinen E18 ja Vt20 Oulussa ja 3-vuotinen Tampereen läntinen kehä tilastoituivat kaikki yhtäikaa. Todellisuudessa näin ei ole vaan meluseinät ja -kaiteet on rakennettu aikaisemmin kuin vasta käyttöönotto-vuonna. Alla olevassa kuviossa (KUVIO 14) rakentamismäärä on tasoitettu aikaisem-mille vuosille tasaisesti. Tämä osaltaan selittää myös vuoden 2009 epätodellisen pientä lukua. Vuodelle 2009 ei kuitenkaan ole siirretty 2010 tai 2011 lukuja tasoituksena.



KUVIO 14. Melusuojauksien rakentamismäärät tyypeittäin

4.3.2 Melusuojauksen kustannuksia

Maanteillä ja radoilla meluntorjunnan rahoitus on ollut vuosina 2008–2012 noin 20 miljoonan euron vuositasolla. Ratahallintokeskus on rakennuttanut meluaitoja ja meluvalleja vuosina 2000–2006 yhteensä n. 40 kilometriä. Näiden kustannukset ovat olleet yhteensä 23,5 miljoonaa euroa. Meluntorjunnat ovat keskittyneet pääasiassa pääkaupunkiseudulle, missä kunnat ovat osallistuneet kustannuksiin.

Liikennevirasto on uudessa meluntorjunnan toimintasuunnitelmassa 2013–2018 käyttänyt rakennuskustannuksia arvioidessa yksikköhintoina melukaiteelle 500€/m², meluaidalle 600€/m² ja meluvallille 12,5€/m³. (Liikennevirasto 2013, 24.) Liikenneviraston meluntorjunnan hankekorteissa kustannukset vaihtelevat huomattavasti kohteen ja ratkaisuvaihtoehdon mukaan. Useissa kohteissa meluntorjunta suoritetaan käyttämällä rakenteessa meluvallia, meluaitaa ja meluseinää samanaikaisesti. Kustannusarviot hankkeille vaihtelevat 1 miljoonasta eurosta lähes 3 miljoonaan euroon kilometriä kohti.

Meluntorjunta on painottunut tähän asti pääkaupunkiseudulle. Tulevaisuudessa keskitytään muiden vilkkaampien rataosuuksien ja rautatiepaikkakuntien meluntorjuntaan. Jatkossa painopistealueita ovat Tampere, Lahden, Joensuun, Kouvolan ja Turun seutualueet, Kerava-Riihimäki-Hausjärvi alueen kehyskunnat sekä isot hankkeet kuten Seinäjoki-Oulu ja Lahti-Luumäki rataosuudet. Ratapihat ovat rautatieliikenteen melun erityisaluetta, joissa yksittäiskohteet eri puolilla ratapihaa aiheuttavat melua.

TAULUKKO 2. Rautatieliikenteen meluntorjunnan painopistealueet. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b, 16.)

| Rataosuus/kunta | Melusteiden yhteispituus m | Hankkeen arvioidut kokonaiskustannukset M € | RHK:n osuus** M € | Suojattavia asukkaita |
|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------|-----------------------|
| Tampere | 4 140 | 2,6 | 1,6 | 630 |
| Seinäjoki-Oulu* | 6 800 | 2,3 | 1,4 | 1 180 |
| Kouvolan seutu/Lahti-Vainikkala* | 2 500 | 2,5 | 1,5 | 920 |
| Turun seutu/Turku-Toijala | 4 500 | 4,5 | 2,7 | 890 |
| Kerava-Riihimäki-Hausjärvi | 6 100 | 6,1 | 3,7 | 1 140 |
| Tampere-Seinäjoki | 2 100 | 2,1 | 1,3 | 290 |
| Lappeenranta/Luumäki-Imatra* | 1 600 | 1,6 | 1,0 | 180 |
| Lahden seutu | 10 900 | 8,1 | 4,9 | 870 |
| Joensuun seutu | 3 450 | 3,1 | 1,9 | 150 |
| YHTEENSÄ | 42 090 | 32,9 | 20,0 | 6 250 |

Meluntorjuntatoimet sekä maanteillä että rautateillä on esitetty toteutettavaksi seuraavan 5 vuoden aikana. Esitettyjen toimenpiteiden karkea kustannusarvio on liikenneviraston toimintasuunnitelman mukaan 170 miljoonaa euroa. (Liikennevirasto 2013, 3.)

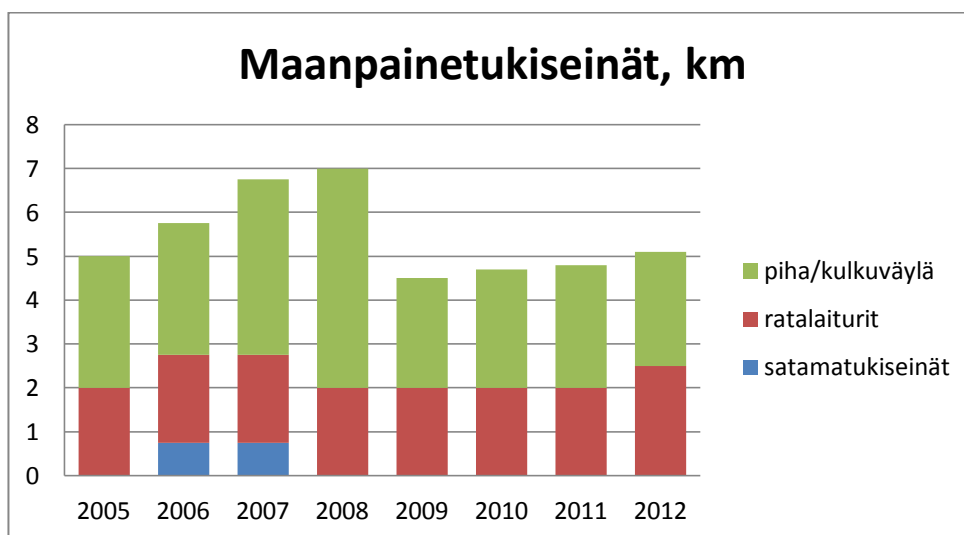
4.4 Maanpaineisten tukimuurien tilannekartoitus

Tukimuuri on rakenne, jolla pyritään voittamaan maanpinnan korkeuseroja sellaisissa tapauksissa kun tavanomaisia maaluiskia ei tilanahtauden tai muun syyn vuoksi voida käyttää. Tukimuureja rakennetaan betonista, luonnonkivistä tai kivitörmäyksestä. Tukimuurit jaetaan toimintatapansa mukaan:

- massiivisiin tukimuureihin
- kulmatukimuureihin
- laippa- sekä siipitukimuureihin.

Tukimuureja käytetään satamien laiturirakenteissa, ratojen laitureissa, liikenneväylien rakenteiden tukimuureissa, talojen ja pysäköintipaikkojen pihatason tukimuureissa. Myös kivitörmäysrakenteet ovat maanpaineisia tukimuureja.

Tukimuurien rakentamisesta ja olemassa olevien tukimuurien määrästä ei ole olemassa yhtenäisiä tilastotietoja. Niiden rakentaminen on ollut pitkälti hanke- ja tapauskohtaista.



KUVIO 15. Arvio satamien ratojen ja pihakulkuväylien maanpaineeseinien rakentamismäärästä Suomessa.

Henkilölaiturielementtejä käytetään asemilla ja pysäkeillä. Laiturielementtejä asennetaan Suomessa arviolta vuosittain 2-2,5 km. Määrä sisältää suurten kohteiden uudet laiturit ja vanhojen laiturirakenteiden rikkoutuneiden elementtien korjaukset. Vuosaaren satama on ollut 2000-luvun suurin lastauslaiturielementtien asennuskohde.

Tällä hetkellä laiturielementtejä käyttäviä hankkeita on:

- Kehärata, jonne valmistuu 7 uutta asemaa
- Länsimetro, jonne valmistuu 7 uutta asemaa
- Seinäjoki-oulu rataosuuden 2 vaihe, jonne valmistuu 3 uutta liikennepaikkaa.



KUVA 10. Henkilölaiturielementti. (Rudus 2012)

Satamien laiturielementtejä/-valuja rakennetaan Suomessa erittäin vähän. 1990-luvulla rakennettiin Kotkan konttisatamaan laiturirakenteita noin 1,5 km, satama-altaan syvyyden ollessa 10–12 m. 2000-luvulla valmistui Suomeen viimeisin suursatama Vuosaaren. Sataman laituripituus on 1,5 km kuten Kotkan konttisatamassa.

Pienvenesatamien maanpaineseinät ovat harvinaisia, sillä laiturien maatuikiinnitysrakenteet ovat valettuja ja laiturit kelluvat veden pinnalla kiinnittyen maatukeen.

Siltaramppien reunatuet tehdään elementtien sijasta paikallavaluna samassa yhteydessä kuin siltakannen valu. Valumäärät on sidottu uusien valmistuvien siltöjen määrään.

Piilarakenteiden/kulkuväylien vanhat maanpaineseinät on tehty luonnonkivistä, sitomalla kivet raudoilla yhteen sekä ankkuroimalla kivet maanpaineen suuntaan. Nykyään käytetään erilaisia betonielementtejä, kun rakenteen korkeus on alle 1 metri.



Kuva 11. Tukimuuri (Rudus 2012)

Kivikorirakenteita käytetään pihojen ja kulkuväylien maanpaineseinärakenteissa. Kivikoreja on alettu käyttämään myös tilanerottimina pihoiissa sekä maisemointielementteinä liikenneväylien varrella. Kivikorien valmistajia on useita ja niitä tuodaan maahan myös ulkomailta. Täyttömateriaali on luonnon sepeli tai murskattu sepeli. Kivikoreja arvioidaan valmistuvan Suomessa vuosittain alle 1 kilometriä.

Kanava- ja vesistöhankeena Tampereella on uudistettu Tammerkosken yläjuoksua. Vuonna 2012 valmistui Palatsinraitin silta, jonka rakennusvaihe on kestänyt noin kolme vuotta. Sillan rakentamisen yhteydessä on uusittu huonokuntoiset patomuurit, sekä rakennettu kokonaan uusi pato.

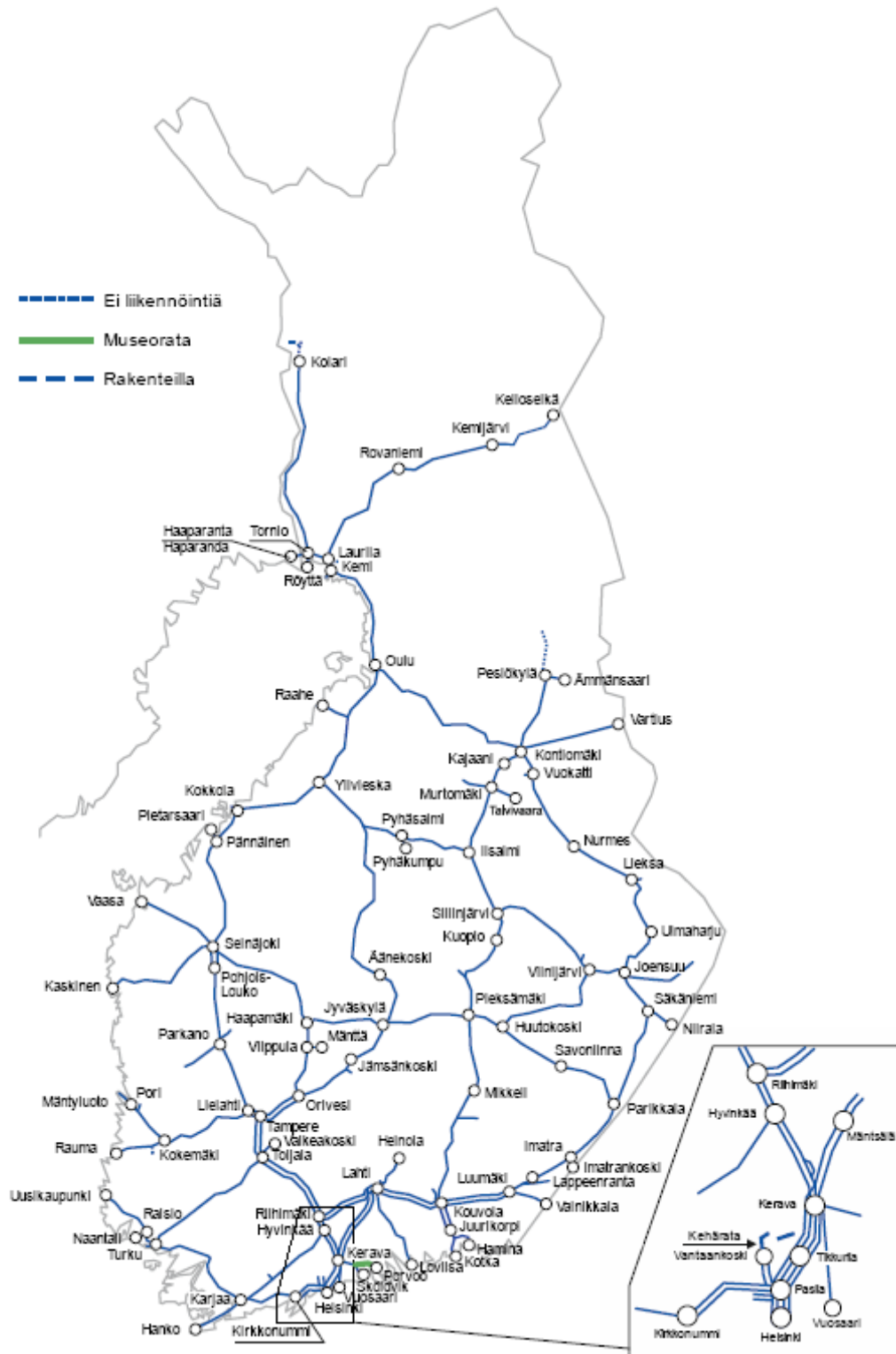
Saimaan kanavalle on suunniteltu ympärivuotista aukioloa, mikä vaatisi investointeja sekä kanavan peruskorjaamisen. Alueella on kunnallisia satamia 5 ja teollisuuden omistamia satamia 13 eli yhteensä 18 satamaa. Mahdollinen sulkujen korjaaminen aiheuttaisi maanpaineseinien rakentamista.

4.5 Kaapelikanavien ja -kourujen tilannekartoitus

Kaapelikanavaelementtejä ja niiden kansia käytetään pääosin rautatiealueella sekä rata-linjoilla ja ratapihoilla kaapelien kanavointiin. Teollisuudessa kanavaelementtien käyttö on vähäisempää. TVO:n Olkiluoto 3:n sekä Porvoon ja Naantalin öljynjalostamoilla kaapelikourua on rakennettu uudisrakennushankkeen yhteydessä vain muutamia kilometrejä.

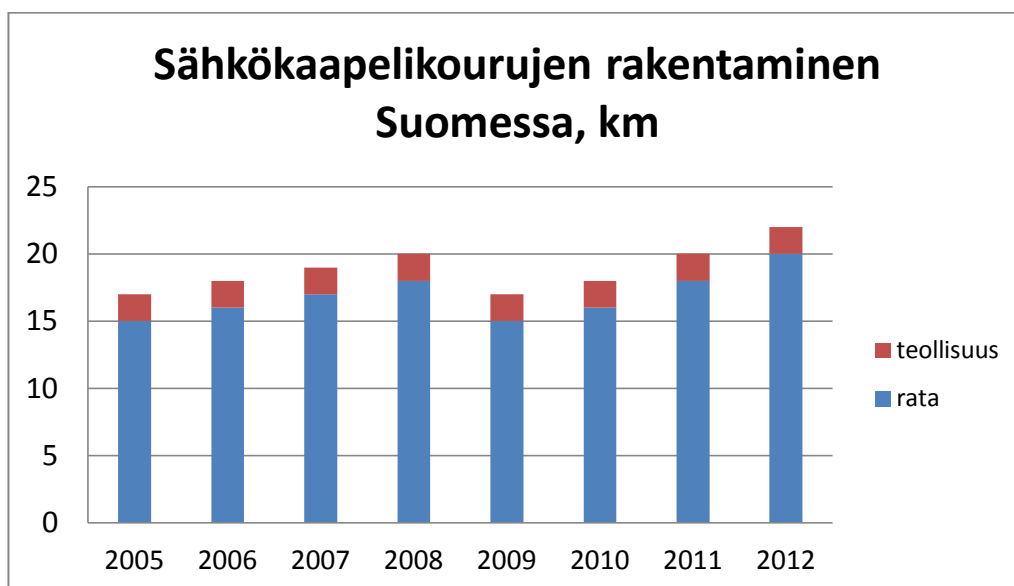
Suomessa rautatieverkosto on jo rakennettu kattamaan lähes koko maa, lukuun ottamatta pohjoisinta Lappia jossa asutus on vähäisempää. Uusia ratahankkeita toteutetaan harvoin. Viimeisin suuri investointihanke on Kehärata, joka palvelee pääkaupunkiseudun ja

Helsinki-Vantaa lentoaseman liikennettä. Suunnitteluvaiheessa on Helsingin keskustan alle rakennettava Pissararata, jolla pyritään helpottamaan pääkaupunkiseudun lähijunaliikennettä sekä vapauttamaan lisää ratatilaa kaukojunaliikenteelle Helsingin ja Pasilan välille.



KUVA 12. Suomen rataverkko (Liikennevirasto 2012)

Ratahallintokeskus on asettanut kanavaelementeille tekniset toimitusehdot, joista ilmenee kanava- ja kansielementtien tekniset laatuvaatimukset. Tämän lisäksi työssä on noudatettava ympäristöministeriön sekä Suomen Betoniyhdistys r.y:n laatimia määräyksiä ja ohjeita. Kanavaelementit on tarkoitettu käytettäväksi sellaisissa kohteissa, joissa ne eivät pääsääntöisesti joudu ajoneuvojen kuormittamiksi. Kansirakenteena käytetään joko raudoitettuja betonielementtejä tai painekyllästettyjä puukansielementtejä.



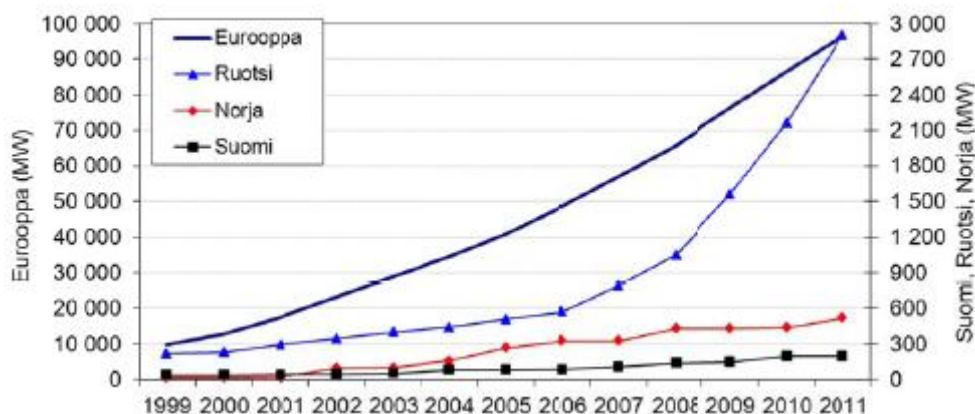
KUVIO 16. Kaapelikourujen rakennusmäärät

Pääsuuntaus rautateillä on nykyisten liikenneyhteyksien sujuvuuden parantaminen sekä olemassa olevan rataverkon kunnossapito ja palvelutason nostaminen. Ratapihoja kunnostetaan sekä uusitaan vastaamaan paremmin uuden kaluston ja liikennemäärien lisääntymistä. Kunnostamisen yhteydessä vaihdetaan rikkoutuneet kaapelikourut ja tarvittaessa asennetaan myös uusia kouruja.

4.6 Tuulivoiman tilanne ja tulevaisuus

1970-luvun ja 1980-luvun alun kokeilujen jälkeen kaupallisten tuulivoimalaitosten valitsevaksi tekniseksi konseptiksi muodostui ns. tanskalainen standardi, jossa vaakakselinen kolmilapainen roottori sijaitsee torniin nähden tuulen yläpuolella. 1990-luvun kuluessa teknisten konseptien kirjo on kasvanut, vaikka laitokset ulkoisesti muistuttavat toisiaan. Keski- ja Pohjois-Euroopassa tuulivoimalaitoksen torni on yleensä teräsrakenne, vapaasti seisova putkitorni. Jonkin verran käytetään myös betonitorneja. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2013b.)

Tuulivoimasta on ylläpidetty tuotantotilastoa vuodesta 1994 lähtien osana VTT:n IEA-yhteistyötä. Vuodesta 1996 eteenpäin tuotantotilastot on kerätty VTT:n tietokantaan siten, että Ilmatieteen laitos on toimittanut tuotantoindeksit ja tuulivoiman tuottajat ovat toimittaneet tuotanto- ja seisokkitiedot. Tuulivoimatilastoja käytetään kansallisessa ja kansainvälisessä energiatilastoinnissa. (Turkia & Holttinen 2013, 5.)



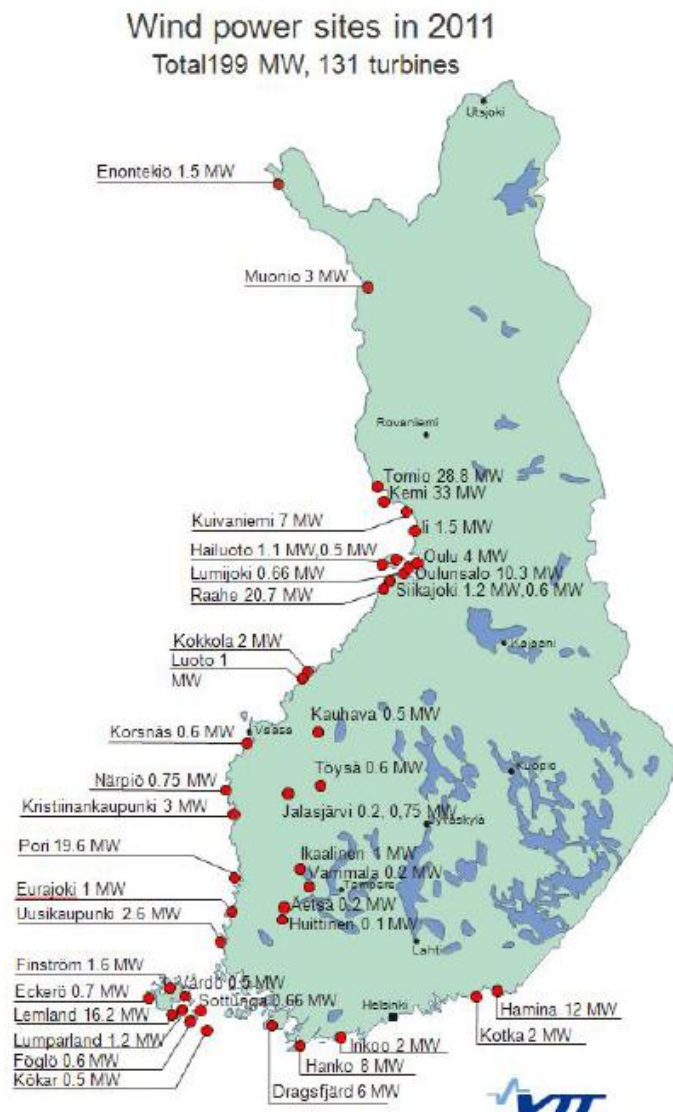
KUVIO 17. Tuulivoimakapasiteetin kehitys Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Euroopassa (Turkia & Holttinen 2013)

Tuulivoimaa rakennetaan Suomessa sekä teollisesti että kotitalouspohjalta. Teholtaan pienin tuulivoimala, joka tilastoidaan tuulivoima selvityksissä, on 70 kW. Kotitalouskäyttöön tarkoitetut voimalat ovat keskimäärin huomattavasti pienempiä.

EU:n direktiivin (2009/28/EY) mukaan Suomen on nostettava uusiutuvan energian käytön osuus energian loppukäytöstä 38 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Suomen tuulivoimakapasiteetti on tällä hetkellä pieni verrattuna muihin EU-maihin. Vuonna 2011 Suomen sähkönkulutuksesta tuotettiin tuulivoimalla vain 0,6 prosenttia. (Tarasti 2012, 7.)

Suomen energia- ja ilmastostrategiassa (VNS 6/2008 vp) on asetettu tavoitteeksi tuulivoimatuotannon kasvattaminen 6 TWh:n tasolle vuoteen 2020 mennessä. Tuulivoimalaitosten sijainnin vaikutukset huomioiden tämä tarkoittaisi 2000 – 3000 MW:n tasoa asennettuna kapasiteettina. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2013a.) Vuoden 2013 alkupuolella Työ- ja elinkeinoministeriön laatimassa Kansallisen energia- ja ilmastostrategia ohjelman päivityksessä mainitaan tuulivoimatuotannon tavoitteen nostamisesta 9

TWh:n tasolle vuoteen 2025 mennessä. Tämä on selkeä poliittisen tahdon osoitus tuuli-voimatuotannon lisäämistä kohtaan.



KUVA 13. Tuulivoimala Suomessa 2011 (Turkia & Holttinen 2011)

Mikäli merkittävä osa rakennettavista voimaloista sijoittuu merelle parempiin tuulioloihin, vuoden 2020 tuotantotavoite 6 TWh on saavutettavissa noin 2000 MW:n tuulivoimakapasiteetilla. Maalle rakennettaessa saman sähkömäärän tuottamiseksi tarvitaan suurempi kapasiteetti, noin 3000 MW. Tavoitteen saavuttamiseksi vaadittava tuulivoimaloiden lukumäärä yksikkökoosta riippuen on 500 – 1000 kappaletta. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2013a.)

Suomessa valmistui vuonna 2009 päivitetty kansallinen tuuliatlas, jossa on kartoitettu Suomen tuuliolosuhteet maalla ja merellä. Parhaat tuuliolot löytyvät Ahvenanmereltä ja

Suomenlahdelta. Tuulen keskinopeus 100 metrin korkeudella maanpinnasta on näillä alueilla yli 9 m/s. Sisämaasta löytyy myös runsaasti hyviä tuuliolosuhteita, kun korkeus maanpinnasta on 100–150 metriä ja siitä ylöspäin.

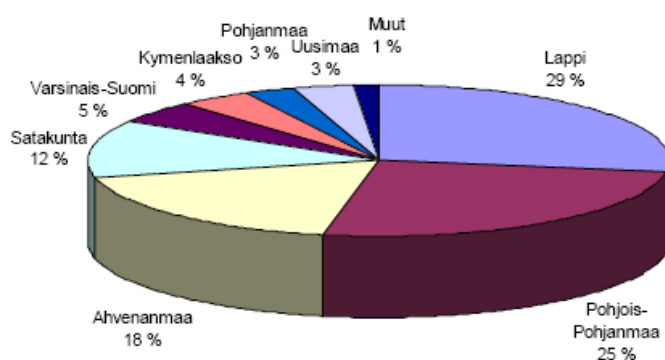
Poikkeuksellisen kovat tuulet eivät aiheuta ongelmia teollisen tuulivoiman tuotannolle. Voimalat on suunniteltu kestämaan kovempia tuulia kuin muu infrastruktuuri. Samaan aikaan, kun sisämaassa tuulet ovat kaataneet puita ja irrottaneet peltikattoja, tuulivoimalat ovat tuottaneet sähköä lähes täydellä teholla. (Suomen Tuulivoimaydistys ry. 2013a.)

4.6.1 Vuosi 2010

Maaliskuussa astui voimaan syöttötariffipohjainen tukimenetelmä, jossa tuulivoimalle maksetaan markkinaehtoista takuuhintaa 12 vuoden ajan. Tämän lisäksi on mahdollista saada enintään kolmen vuoden ajan korkeampaa tariffia vuoden 2015 loppuun asti. (Stenberg & Holttinen 2011.)

Suomessa oli vuoden 2010 lopussa 130 verkkoon kytkettyä tuulivoimalaitosta, joista vuoden aikana valmistuneita oli 17 kappaletta. Tuulivoimakapasiteetti oli 197 MW, josta uuden kapasiteetin osuus oli 52,3 MW. Sähköntuotannosta tuulivoiman osuus oli 0,3 %. (Stenberg & Holttinen 2011.)

Vuoden aikana eniten tuulisähköä tuotettiin Lapissa (29 %), toiseksi eniten Pohjois-Pohjanmaalla (25 %) ja kolmanneksi eniten Ahvenanmaalla (18 %). Kymenlaakson osuus kasvoi eniten verrattuna vuoteen 2009. (Stenberg & Holttinen 2011.)



KUVIO 18. Tuulivoimatuotanto alueittain 2010 (Stenberg & Holttinen 2011)

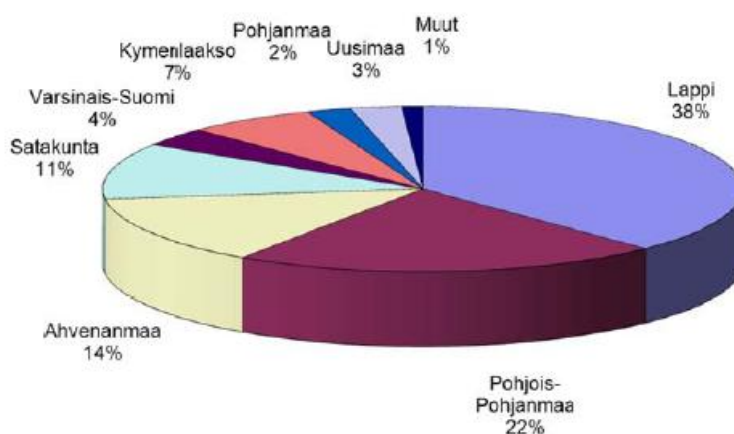
Vuosi 2010 oli selvästi keskimääräistä tyynempi. Ilmatieteen laitoksen laskemien tuotantoindeksien mukaan tuulivoimatuotanto oli Perämerellä 73 %, Selkämerellä 65 %, Ahvenanmaalla 89 % ja Suomenlahdella 71 % pitkän aikavälin keskimääräisestä tuotannosta. Vertailujaksona on käytetty vuosien 1987–2001 keskimääräistä tuotantoa. (Stenberg & Holttinen 2011.)

4.6.2 Vuosi 2011

Vuosi 2011 oli tuulivoiman rakentamisen kannalta synkkä. Vuonna 2010 arvioitiin että seuraavan vuoden aikana Suomeen rakennettaisiin yli 100 teollisen kokoluokan tuulivoimalaa. Uusien voimaloiden lukumääräksi jäi kuitenkin vain kolme. Syinä vähäiseen rakentamiseen pidetään tukijärjestelmän käyttöönoton myöhästymistä ja samaan aikaan tapahtuneita eri hallinnon alojen merkittäviä kiristyksiä ohjeistuksissa, jotka ovat hidastaneet lupaprosesseja.

Vuoden 2011 lopussa Suomessa oli 131 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu kapasiteetti oli 199 MW. Sähköntuotannosta tuulivoiman osuus oli 0,6 %. (Turkia & Holttinen 2013.)

Vuoden aikana eniten tuulisähköä tuotettiin Lapissa (38 %), toiseksi eniten Pohjois-Pohjanmaalla (22%) ja kolmanneksi eniten Ahvenanmaalla (14%). (Turkia & Holttinen 2013.)



KUVIO 19. Tuulivoimatuotanto alueittain 2011 (Turkia & Holttinen 2013)

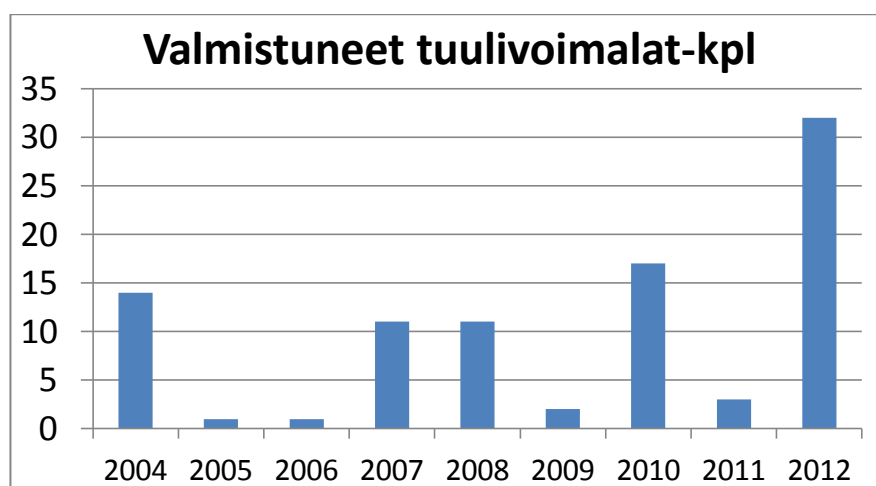
Vuosi 2011 oli tuulisuudeltaan lähellä pitkän aikavälin keskiarvoa. Ilmatieteen laitoksen laskemien tuotantoindeksien mukaan tuulivoimatuotanto oli Perämerellä 99 %, Selkämerellä 98 %, Ahvenanmaalla 106 % ja Suomenlahdella 92 % pitkän aikavälin keskimääräisestä tuotannosta. Vertailujaksona on käytetty vuosien 1987–2001 keskimääräistä tuotantoa. (Turkia & Holttinen 2013.)

4.6.3 Vuosi 2012

Energiateollisuus ry oli arvioinut vuoden 2012 toteutumaksi 100 tuulivoimalaa, mikäli ne eivät pysähdy yllättäviin esteisiin.

Vuoden 2012 aikana Suomen tuulivoimakapasiteetti kasvoi 45 %. Uusia voimaloita rakennettiin ennätysmäärä, 32 kappaletta, joiden yhteenlaskettu teho on 89 MW. Vuoden lopussa Suomessa oli 163 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu teho on 288 MW. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2013a.)

Suomen Tuulivoimayhdistyksen mukaan tuulivoima-alalla on nyt nähtävissä alkava rakennusbuumi. Positiiviset esimerkit onnistuneista ja hyväksytyistä projekteista lisäävät kuntien kiinnostusta saada tuottavia ja työllisyyttä parantavia hankkeita oman kunnan alueelle. Energiateollisuus ry:n tekemän Suomalaisten Energia-asenteet 2012 tutkimuksen mukaan lähes 90 % kansalaisista kannattaa tuulivoiman lisärakentamista. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2013a.)



KUVA 14. Rakennetut tuulivoimalat vuosittain

Suomessa on tällä hetkellä suunnitteilla tuulipuistoja jo yli 7000 MW:n edestä. Näistä maatuulivoimahankkeita on noin 3300 MW ja merituuvoimahankkeita noin 3000 MW. (Oesch 2012, 15.) Suomen tuulivoimakapasiteetti on pieni verrattuna muihin EU-maihin. Euroopan tuulivoimakapasiteetti oli vuoden 2011 lopussa noin 94 000 MW, josta uuden kapasiteetin osuus oli lähes 10 000 MW. (Turkia & Holttinen 2013, 29.)

TAULUKKO 3. Tuulivoiman tuotanto Euroopassa (Turkia & Holttinen 2013)

| MW | Kapasiteetti vuoden lopussa | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Saksa | 14 609 | 16 629 | 18 415 | 20 622 | 22 247 | 23 897 | 25 777 | 27 191 | 29 060 |
| Espanja | 6 203 | 8 264 | 10 028 | 11 623 | 15 131 | 16 689 | 19 160 | 20 623 | 21 674 |
| Ranska | 257 | 390 | 757 | 1 567 | 2 454 | 3 404 | 4 574 | 5 970 | 6 800 |
| Italia | 905 | 1 266 | 1 718 | 2 123 | 2 726 | 3 736 | 4 849 | 5 797 | 6 747 |
| Britannia | 667 | 904 | 1 332 | 1 962 | 2 406 | 2 974 | 4 245 | 5 204 | 6 540 |
| Portugali | 296 | 522 | 1 022 | 1 716 | 2 150 | 2 862 | 3 535 | 3 706 | 4 083 |
| Tanska | 3 116 | 3 118 | 3 128 | 3 136 | 3 125 | 3 163 | 3 465 | 3 749 | 3 871 |
| Ruotsi | 399 | 442 | 509 | 571 | 788 | 1 048 | 1 560 | 2 163 | 2 907 |
| Hollanti | 910 | 1 079 | 1 219 | 1 558 | 1 747 | 2 225 | 2 215 | 2 269 | 2 328 |
| Irlanti | 190 | 339 | 496 | 746 | 795 | 1 027 | 1 310 | 1 392 | 1 631 |
| Kreikka | 383 | 473 | 573 | 746 | 871 | 985 | 1 087 | 1 323 | 1 629 |
| Puola | 63 | 63 | 83 | 153 | 276 | 544 | 725 | 1 180 | 1 616 |
| Itävalta | 415 | 606 | 819 | 965 | 982 | 995 | 995 | 1 014 | 1 084 |
| Belgia | 68 | 96 | 167 | 194 | 287 | 415 | 563 | 886 | 1 078 |
| Bulgaria | 0 | 10 | 10 | 36 | 57 | 120 | 177 | 500 | 612 |
| Norja | 101 | 160 | 267 | 325 | 326 | 429 | 431 | 436 | 520 |
| Unkari | 3 | 3 | 17 | 61 | 65 | 127 | 201 | 295 | 329 |
| Tšekki | 9 | 17 | 28 | 54 | 116 | 150 | 192 | 215 | 217 |
| Suomi | 52 | 82 | 82 | 86 | 109 | 142 | 147 | 197 | 197 |
| Viro | 2 | 6 | 32 | 32 | 59 | 78 | 142 | 149 | 184 |
| Liettua | 0 | 6 | 6 | 48 | 51 | 54 | 91 | 163 | 179 |
| Kypros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 82 | 134 |
| Sveitsi | 5 | 9 | 12 | 12 | 12 | 14 | 18 | 42 | 46 |
| Luxemburg | 22 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 44 | 44 |
| Latvia | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 30 | 31 |
| Muu Eurooppa | 136 | 104 | 109 | 176 | 270 | 584 | 940 | 1 974 | 3 070 |
| Eurooppa | 28 838 | 34 650 | 40 893 | 48 574 | 57 111 | 65 724 | 76 462 | 86 594 | 96 611 |

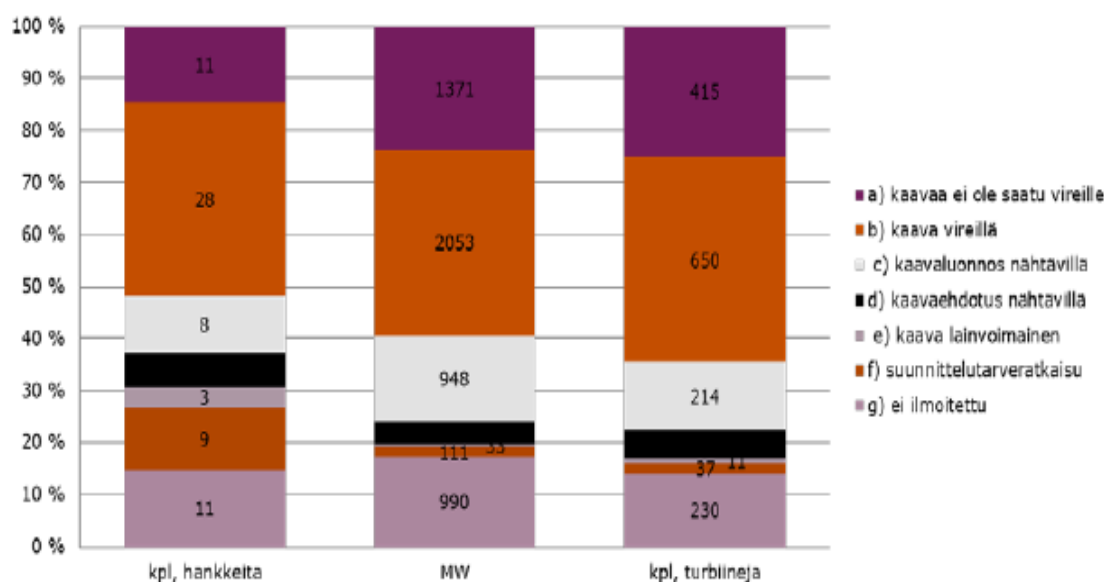
4.6.4 Tuulivoiman kustannukset

Vuonna 2009 maalle rakennetun 1 MW:n tuulivoimalan investointikustannukset olivat noin 1,3 - 1,5 miljoonaa euroa. 3 MW:n laitoksen investointikustannukset ovat optimiolosuhteissa kuivalla maalla noin 4,5 miljoonaa euroa. Merelle rakennettaessa investointikustannukset ovat 20 - 50 % korkeammat. Syöttötariffityöryhmä on arvioinut, että tuulivoiman investointikustannukset ovat noin 1300 - 1400 €/kW maalla ja 2500 €/kW merellä. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2013b.)

Itse tuulivoimalaitosten osuus kokonaisinvestoinnista on kuivalla maalla tyypillisesti 65 – 80 %, merelle rakennettaessa noin puolet. Loppuosa koostuu maarakennustöiden (perustukset, tiet, nosto- ja asennusalueet) kustannuksista (noin 13 %), sähkötöistä ja kaapeloinnista (8 %), sähköverkkoon liittämisen kustannuksista (6 %), suunnittelun ja valvonnan kustannuksista (1 %), asennus- ja käyttökustannuksista (1 %) sekä vakuuttamisesta (1 %). (Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2013b.)

Tuulivoimaa rakennetaan Suomessa hitaasti. Investointeihin liittyviä selvityksiä ja pitkälle vietyjä suunnitelmia on paljon, mutta ne ovat pysähtyneet moniin esteisiin. Optimaalisia rakennuspaikkoja on rajoitetusti, eikä kaikkia ongelmia ole pystytty eri tahojen kanssa selvittämään. (Oesch 2012, 15.)

Tuulivoimaloiden määrä kasvaa kun investointiesteitä saadaan hiljalleen purettua. Hankkeita hidastavien investointiesteiden purkautumisen lisäksi investointiympäristövakaumus ja tukien pysyvyys tulevat vaikuttamaan investointien lisääntymiseen. (Oesch, 2012, 15.)



KUVIO 20. Tuulivoimahankkeiden eteneminen (Oesch 2012)

4.7 Lyöntipaalujen markkinoiden kehitys

Paaluperustuksia käytetään jos rakenteen perustaminen maan varaan ei painumien, siirtymien, kiertymien tai jonkun muun syyn vuoksi ole mahdollista. (Jääskeläinen 2009, 52.)

Aikaisemmin paaluina on käytetty pelkästään puupaaluja. Rajallisen kantavuuden ja lahoamisen takia ovat teräs- ja betonipaalut sivuuttaneet puupaalut lähes kokonaan. Suurissa kaupunkikeskuksissa lisärakentamisesta aiheutunut pohjaveden pinnan aleneminen on aiheuttanut puupaaluille vakavia vaurioita, jonka seurauksena on tapahtunut rakennusten vajoamista.

Tyypillisiä paalujen käyttökohteita ovat liikenne- ja väylärakentaminen sekä teollisuus- ja asuinrakentaminen. Teräsbetonipaalu soveltuu hyvin raskaille rakenteille, joiden kuormat on saatava siirrettyä huonosti kantavien maakerrosten läpi kantaviin maakerrokseen tai kallioon. Teräsbetonipaalu soveltuu myös tuulivoimaloiden ja muun energia-teollisuuden perustuksiin. (Rakennusteollisuus RT 2011.)

Rakennusteollisuus on uudistanut teräsbetonipaalujen tuotelehden vuoden 2011 lopussa. Uusi tuotelehti pohjautuu paalutusohjeeseen PO-2011 (RIL 254–2011). Uuden tuotelehden mukaisesti suunniteltuja normaalipaaluja on alettu valmistaa vuoden 2012 alussa. Vanhan lyöntipaalutusohjeen mukaan voidaan suunnitella 1.7.2013 asti, jolloin astuu voimaan harmonisoidun tuotestandardin mukainen CE-merkintä. Uudistuneen teräsbetonipaalun etuja on: (Rakennusteollisuus RT 2011.)

- hyvä korroosionkestävyys
- suuri nurjahduskestävyys
- ympäristöystävällisyys
- suuri kantavuus
- nopea ja turvallinen jäykkäjatko
- kilpailukykyinen hinta
- koko maan kattava paalutehdasverkosto.

Betonipaalujen lisäksi teräspaalujen käyttö on yleistynyt viime vuosien aikana varsinkin talo- ja toimitilarakennuskohteissa. Teräspaalujen asentaminen voidaan suorittaa kevy-

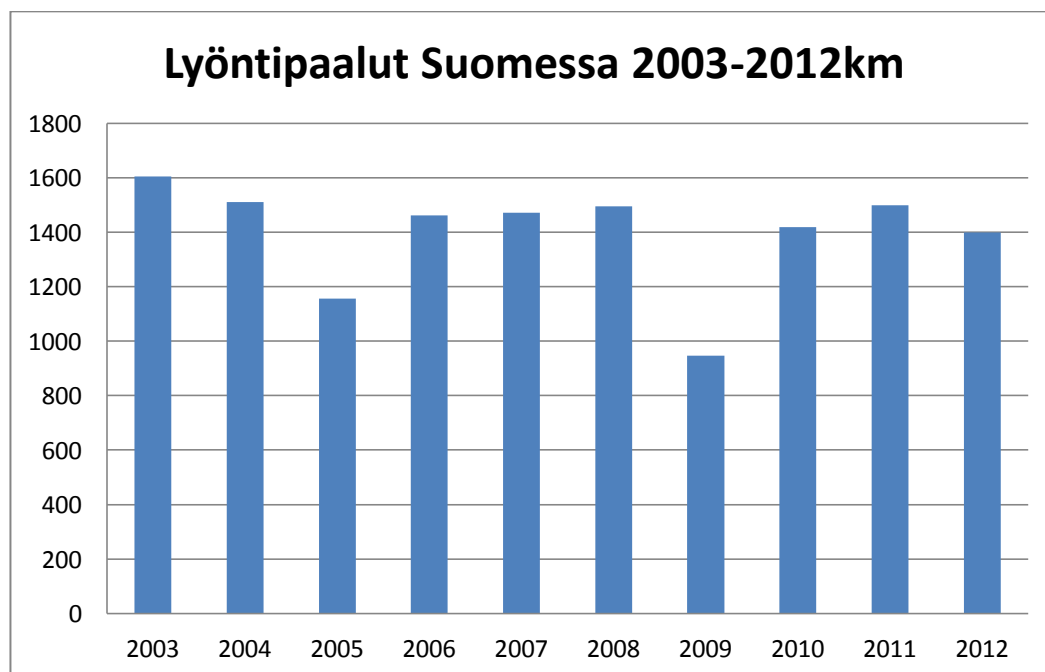
emmällä asennuskalustolla, mikä alentaa kustannuksia. Teräspaalujen tuotevalikoima on laaja, käytössä on lyötäviä, porattavia ja injektoitavia teräspaaluja.

Paalutustyötä säädellään useilla ohjeilla ja määräyksillä, joilla pyritään varmistamaan oikean tuotteen valitsemista sekä oikean työmenetelmän noudattamista. Kaikilla paaluilla tulee olla myös CE-merkintä.

TAULUKKO 4. Paalutusohjeet

| Yleisohjeet | Pieniläpimittaisten lyöntipaalujen ohjeet | Suuriläpimittaisten paalujen erityisohjeet |
|--|--|---|
| Pohjarakennusohjeet RIL 121-2004 | Lyöntipaalutusohje, LPO-2005 RIL 223-2005 (voimassa 1.7.2013 asti) | Suurpaalutusohje, SPO-2001 RIL-212-2001 |
| Pohjarakennusohjeet sillansuunnittelussa, Tiehallinto 1999 | Lyöntipaalutusohje, LPO-2011 RIL 254-2011 | Teräsputkipaalut, Tiehallinto 1999 |
| | Pienpaalutusohje, PPO-2007 RIL 230-2007 | Teräsputkipaalut rautatie- silloissa, Ratahallintokeskus |
| | Teräksiset lyönti-, pora- ja puristuspaalut | |

Vuonna 2011 lyötiin noin 1 500 km teräsbetonipaaluja talonrakentamisessa ja infrarakentamisessa yhteensä. Tämän määrän lisäksi käytetään teräspaaluja siltaperustuksissa kaivinpaaluina sekä omakotitalojen perustuksissa porapaaluina.



KUVIO 21. Lyöntipaalujen valmistusmäärät (Betoniteollisuus 2012)

Vaikka alkuvuoden 2012 paalumäärät kasvoivat 12 % edelliseen vuoteen verrattuna, niin kokonaispaalutusmäärä supistui hieman vuoden loppuun mennessä.

Paalujen käyttö on yleistynyt jatkuvasti kaupunkien ja taajamien kasvaessa, mikä on pakottanut ottamaan rakentamisen hyötykäyttöön myös heikkopohjaisia alueita. Lisäksi henkilötyökustannusten nousu, paaluteollisuuden sekä paalutuskoneiden kehitys ja paalutustyön nopeus ovat tuoneet paalutuksen vaihtoehdoksi myös siellä missä työ voitaisiin toteuttaa ilman paalutusta. (Jääskeläinen 2009, 52.)

5 TULOKSET

Tässä kappaleessa on esitetty kirjallisuustutkimuksen ja henkilöhaastattelujen avulla laaditun raportin lopputulokset. Koska raportti on tilaajan pyynnöstä salattu, on tulokset esitetty hyvin yleisellä tasolla ilman tarkkoja arvioita tulevaisuuden suuntauksesta.

5.1 Infrasuhdanne

Valtion budjetin alijäämäisyyden ja kuntien heikon taloustilanteen takia infrarakentamisen arvioidaan supistuvan hieman vuoden 2013 aikana, mutta mitään jyrkkää pudotusta ei laadittujen raporttien mukaan ole odotettavissa. Uuden nousun arvioidaan alkavan vuoden 2014 aikana.

5.2 Törmäyskaiteet

Liikenne- ja viestintäministeriön liikennepoliittisen selonteon linjauksena on että pääväylillä matkojen ja kuljetusten toimivuutta sekä turvallisuutta on parannettava. Lisäksi liikenneturvallisuutta on lisättävä ja pitkämatkaisessa liikenteessä palvelutasoa on yhteenäistettävä. Maanteiden reunakaiteita kunnostetaan edelleen ja lisäksi pyritään rakentamaan uudentyyppisiä edullisia keskikaideratkaisuja.

Maantiekaitteista ei ole tehty liikenneviraston toimesta selvitystä rakentamismääristä. Vuosien 2010–2012 aikana on maantie-/törmäyskaiteita rakennettu yhteensä noin 170 kaidekilometriä vuodessa. Määrä pitää sisällään uusien kaiteiden rakentamisen, keskikaiteiden rakentamisen sekä vanhojen kaiteiden uusimisen.

5.3 Sillat

Siltojen rakentamismäärät ovat asettuneet noin 100 kappaleen vuositasolle 2000-luvulla. Suurilla kaupunkialueilla siltoja rakennetaan muutamia kappaleita vuodessa. Alikulkukäytävien ja kevyenliikenteensiltojen rakentamisen on vähäisempää. Espoossa siltojen

rakentaminen on lähivuosina hieman vilkkaampaa kuin muissa selvitettyissä kaupungeissa. Huonokuntoisten siltojen lukumäärää on saatu vähennettyä, mutta korjaustarve alkaa jälleen lisääntyä kun 1990-luvulla rakennetut sillat tulevat peruskorjausikään. Siltoihin käytettävä betonimäärä on edelleen määrällisesti mitattuna ylivoimaisesti suurin muihin tarkastelun kohteisiin verrattuna.

5.4 Meluseinät ja –kaiteet

Suomen lainsäädännön ja EU:n ympäristömeludirektiivin mukaan liikenteen aiheuttamaa melua on pyrittävä vähentämään. Tieliikenteen melualueet ovat jatkuvasti kasvaneet liikennesuoritteiden lisääntyessä. Meluntorjunnalle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen on vaikeaa rahoitusongelmien ja vallitsevan taloudellisen tilanteen takia. Meluntorjunta on tähän saakka painottunut pääkaupunkiseudulle, mutta tulevaisuuden painopiste on siirtymässä pääkaupunkiseudun ulkopuolelle. Käytettävät rakenneratkaisut ja kustannukset vaihtelevat huomattavasti eri hankkeiden kesken.

Selvityksen perusteella melukaiteita, -seiniä ja -valleja on rakennettu maantie- ja rautatiealueilla vuosien 2010–2012 aikana yhteensä noin 20 kilometriä vuodessa.

5.5 Maanpaineiset tukimuurit

Maanpaineisten tukimuurien kartoittaminen oli haastavaa tilastoinnin puuttumisen ja käytössä olevien tukimuurien monimuotoisuuden takia. Tehtyjen selvitysten perusteella tukimuurien vuosittaiseksi rakentamismääräksi on tähän mennessä arvioitu noin 5 kilometriä. Määrä sisältää piha/kulkuväylät, ratalaiturit sekä satamatukiseinät. Suuria määriä tukimuureja tarvitaan yleensä vesistöhankeiden yhteydessä, joita tehdään Suomessa harvoin.

5.6 Kaapelikanavat ja -kourut

Kaapelikanavien ja -kourujen pääasiallinen käyttötarkoitus on rautatiealueilla kaapeleiden kanavointiin. Teollisuuden käyttämät määrät ovat vähäisiä kokonaisuuteen nähden.

Uusia ratahankkeita toteutetaan Suomessa harvoin, joten pääasiallisesti kaapelikanavia ja -kouruja käytetään ratapihojen kunnostamisen ja uudistamisen aikana, sekä rikkoutuneiden kanavien uusimisessa. Vuosien 2010–2012 aikana kaapelikouruja on rakennettu teollisuudessa ja rautateillä yhteensä noin 20 kilometriä vuodessa.

5.7 Tuulivoimalat

Tuulivoiman rakentaminen etenee Suomessa hitaasti. Tällä hetkellä Suomen tuulivoiman kapasiteetti on pieni verrattuna muihin EU-maihin. EU:n direktiivin (2009/28/EY) mukainen tavoite uusiutuvan energian käytön osuudesta energian loppukäytöstä on 38 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Vuonna 2011 tuulivoimalla tuotettiin alle 1 prosentti Suomen sähkönkulutuksesta. Tuulivoimaloiden vuosittainen valmistumismäärä on vaihdellut vuosien 2010–2012 aikana kolmesta jopa yli kolmeenkymmeneen kappaleeseen.

Tuulivoimahankkeita on vireillä runsaasti, mutta useat näistä pysähtyvät yllättäviin esteisiin joko lainsäädännön taholta tai esimerkiksi paikallisen vastustuksen takia. Investointiestejä pyritään purkamaan muuttamalla säädöksiä sekä vakauttamalla tukia. Tuulivoimatuotannon uskotaan vahvasti lisääntyvän lähivuosien aikana.

5.8 Lyöntipaalut

Lyöntipaalut kuuluvat rakennustuotteisiin joilla on oltava CE-merkintä, lisäksi paalujen valmistusta ja käyttöä ohjataan useilla eri ohjeilla ja määräyksillä. Lyöntipaalujen käyttö on yleistynyt jatkuvasti kaupunkien ja taajamien kasvaessa, kun rakentamisen käyttöön on jouduttu ottamaan heikkopohjaisia alueita. Betonipaalujen lisäksi teräspaalujen käyttö on yleistynyt talo- ja toimitilarakentamisessa. Teräsbetonisten lyöntipaalujen käyttömäärä on ollut varsin tasaista viime vuosien aikana. Talonrakentamisessa ja infrarakentamisessa yhteensä on lyöty vuosien 2010–2012 aikana noin 1 400 kilometriä teräsbetonipaaluja vuodessa.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Työn tavoitteena oli kartoittaa infra-alalla käytettyjen betonituotteiden tämänhetkisiä käyttömääriä ja arvioida tulevien vuosien kehitystä. Joidenkin tuotteiden kohdalla tietojen löytäminen oli äärimmäisen hankalaa. Kirjallista tietoa tai tilastoja ei löytynyt, joten tietoa jouduttiin keräämään haastattelemalla useita eri henkilöitä. Kiireellisen aikataulun takia kyselyitä suoritettiin vain suurimmissa kaupunkikeskuksissa ja teollisuusyksiköissä.

Laajemmalla ja pienempiin yksiihin suunnatuilla kyselyillä ei todennäköisesti olisi ollut vaikutusta tämän raportin lopputuloksiin. Pienemmissä yksiköissä investointihankkeet ja käyttömäärät ovat huomattavasti pienempiä, eikä niillä siten olisi ollut merkittävää vaikutusta saatuihin tuloksiin. Mikäli käytössä olisi ollut enemmän resursseja, olisi tuloksiin voitu saada lisää tarkkuutta. Käyttömääriä selvittäessä useiden tuotteiden tavoitteet saavutettiin, ja tilastoimattomien tuotteiden käyttömääristä saatiin muodostettua riittävän tarkka arvio.

Tämän hetken taloudellisessa tilanteessa tulevaisuuden näkymien arviointi on hankalaa. EU:n talouskriisillä ja maailmalla vallitsevilla öljykriiseillä on ollut vaikutusta infra-alan suhdannenäkymiin myös Suomessa. Tulevaisuuden suuntauksen arvioinnissa on käytetty virallisia raportteja ja selvityksiä, joiden avulla on saatu muodostettua arviot tutkimuksen kohteille. Laaditut arviot perustuvat projektinvetäjän ammattitaitoon ja pitkäaikaiseen kokemukseen markkina-analyysien parissa. Opinnäytetyön ennusteet ovat samassa linjassa virallisten tahojen laatimien ennusteiden kanssa.

Toisena tavoitteena oli selvittää betonituotteiden valintakriteerejä sekä perehtyä lainsäädäntöön ja erilaisiin ohjeisiin sekä määräyksiin. Erilaisia ohjeita ja määräyksiä kertyi tutkimustyön aikana runsaasti. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että jokaiselle tutkimuksen kohteelle on asetettu useita ohjeita ja määräyksiä, joissa selvitetään tarkat vaatimukset materiaalien ominaisuuksille, käytettäville mitoille ja sijaintietäisyyksille. Nämä vaikuttavat päätöksentekoon valittaessa kohteeseen kokonaiskustannuksiltaan edullisinta vaihtoehtoa.

Lopputulokset perustuvat virallisista tilastoista saatuihin tietoihin sekä rakennusalan ammattihenkilöiden antamiin haastatteluihin ja lausuntoihin. Joidenkin selvitettävien kohteiden osalta jouduimme tyytymään pelkästään haastatteluilla saatuihin tietoihin, joiden pohjana on käytetty olemassa olevia hankkeita ja niissä käytettyjä rakennusmääriä. Saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina haastateltujen henkilöiden virka-aseman ja ammattitaidon sekä käytettyjen tilastojen ja selvitysten virallisuuden perusteella.

Perusteellisemman markkinatilanteen selvittäminen vaatii huomattavasti enemmän aikaa kuin mitä projektin laatimiselle oli käytössä. Markkina- ja taloustilanteen tulevaisuuden arviointi vaatii myös pitkäaikaisen kokemuksen vastaavista tehtävistä ja ammatitaitoa, jota rakennustekniikan opinnäytetyön laatijalla ei useinkaan ole.

Myös verkostoitumisen tärkeys alan asiantuntijoihin nousi esille monen tutkimuskohteen kohdalla. Kiireellisestä aikataulusta ja muista työnaikaisista ongelmista huolimatta raportti saatiin valmiiksi ja toimitettua tilaajalle sovittuun päivämäärään mennessä.

Projekti oli kuitenkin varsin mielekäs sekä erittäin mielenkiintoinen oppimisprojekti työn laatijalle. Infra-alan laajuus ja markkinat sekä suhdanteiden vaihtelujen vaikutus avautuivat projektin ja opinnäytetyön laatimisen aikana aivan uudella tavalla.

7 YHTEENVETO

Projektin tarkoituksena oli selvittää työn tilaajalle eräiden infra-alalla käytettävien betonituotteiden käyttömääriä ja markkinaosuuksia, sekä arvioida kyseisten tuotteiden osalta tulevaisuuden näkymiä vuoteen 2015. Tilaajan toimialaan kuuluu talonrakentaminen, toimitilarakentaminen sekä infrarakentaminen. Tässä työssä tarkastellaan valittujen betonituotteiden käyttömääriä pelkästään infrarakentamisen sektorilla.

Käyttömäärien selvittämisen lisäksi projektin tarkoituksena oli tuottaa tilaajalle hyödyllistä tietoa infra-alan nykytilanteesta, sekä tulevaisuuden suuntauksesta tutkittujen kohteiden osalta. Projektissa perehdyttiin myös valtakunnalliseen lainsäädäntöön, liikelaitosten ohjeistuksiin, sekä Euroopan Unionin laatimiin ohjeisiin ja määräyksiin.

Projektin pääasialliseksi tutkimusmenetelmäksi muotoutui kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä, jolle ominaista on tiedon kerääminen henkilöhaastattelujen avulla. Tämän lisäksi työssä on käytetty myös kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmiä keräämällä ja taulukoimalla tietoa uudelleen saatavilla olevista tilastoista ja julkaisuista kirjallisuustutkimusmenetelmän avulla.

Tilastoitujen tietojen sekä henkilöhaastattelujen lähteiksi valittiin Liikennevirasto, VTT, VR Track, TAMK ja Betoniteollisuus ry. Edellä mainittujen lisäksi henkilöhaastattelujen kohteina olivat myös TVO Eurajoen ja Neste öljynjalostamon Porvoon ja Naantalin yksiköiden vastaavat työnjohtajat sekä siltainsinöörejä Helsingissä, Vantaalla, Espoossa, Turussa ja Tampereella.

Kirjallisuustutkimuksen kohteina olivat myös virastojen ja laitosten laatimat kirjalliset suunnitteluohjeet, sekä yhdistysten ja ministeriöiden laatimat verkkojulkaisut ja selvitykset. Nykytilanteen kartoituksessa sekä tulevaisuuden näkymiä arvioitaessa tietoja on saatu Suomen Tuulivoimayhdistys ry:stä, Energiateollisuus ry:stä, Työ- ja elinkeinoministeriöstä, Liikennevirastosta, Liikenne- ja ympäristöministeriöstä sekä VTT:ltä.

Tämän työn tarkastelun kohteiksi on tilaajan pyynnöstä projektin suunnitteluvaiheessa valittu sillat, tuulivoimalat, törmäyskaiteet, meluseinät ja – kaiteet, lyöntipaalut, kaapelikourut sekä maanpaineiset tukimuurit.

Tämänhetkisen tiedon perusteella 1.7.2013 astuu voimaan EU:n rakennustuoteasetuksen vaatima CE-merkintä, joka koskee valtaosaa käytettävistä rakennustuotteista. CE-merkinnän tarkoitus on yhdenmukaistaa tuotteiden ominaisuuksien esitystapaa, ja siten helpottaa tuotteiden keskinäistä vertailua.

Infrarakentamisen uskotaan supistuvan edelleen noin 5 prosenttia vuonna 2013, myös ratarakentamisen uskotaan supistuvan. Näiden arvioiden perustana on ollut bruttokansantuotteen lasku ja tieto että elvytystoimiin ei ryhdytä.

Valtion budjetin alijäämäisyyden takia infrarakentamisen rahoitusmahdollisuudet ovat niukat. Julkisyhteisöjen velka on vuoden 2012 lopussa yhteensä noin 52 prosenttia bruttokansantuotteesta ja valtion infrainvestoinnit tulevat supistumaan edelleen lähivuosina. Myös kuntien taloustilanne on heikentynyt edelleen. Kunnat ovat ottaneet lähes yhden miljardin lisää velkaa vuoden 2011 aikana, joka on nostanut kokonaisvelkatason 12 miljardiin euroon. Infrarakentamisen arvioidaan jälleen kasvavan vuonna 2014, kun talonrakentaminen ja kaivosteollisuuden infrarakentaminen lisääntyvät.

Suomessa on rakennettu keskikaiteellisia ohituskaistoja vuodesta 2000. Maantiekaitteita rakennetaan teräsbetonista, teräsvaijerista ja teräksestä. Betoniset maantiekaitteet toimivat sekä törmäyskaiteina että meluntorjuntakaiteina. Ongelmana keskikaidehankkeille pidetään suuria investointikustannuksia, etenkin tilanteissa joissa tien lähiympäristön vuoksi tarvitaan kattavat rinnakkaistiejärjestelyt.

Vanhalle tieverkolle keskikaideteitä on rakennettu 11 vuodessa noin 120 km, eli keskimäärin 10 km vuosittain. Käytännössä tämä on tarkoittanut noin 40 kaidekilometrin rakentamista vanhalle tieverkolle. Vanhan tieverkon vaurioituneita kaitteita korjataan muutamia kilometrejä vuosittain. Liikennevirasto on päättänyt, että vilkasliikenteisten maanteiden reunakaiteet kunnostetaan, yhteensä näitä kunnostettavia kaitteita on 4300 km. Lisäksi rakennetaan uudentyyppisiä edullisia keskikaideratkaisuja. Tavoitteena on, että 500 – 800 km on kunnostettu vuoteen 2015 mennessä.

Sillanrakentaminen on ollut Suomessa varsin vilkasta 1960-luvulta aina 1990-luvun loppupuolelle asti. Sillanrakentaminen on vähentynyt tasaisesti 1970-luvun ja 1990-luvun huippuvuosien noin 250 sillan vuositasolta noin 100 sillan rakentamistasolle. Ra-

tasiltoja rakennetaan noin 30 sillan vuosivauhdilla. Pääosa ratasilloista on teräsbetonirakenteisia, vain erikoistapauksissa silta on teräksinen.

Siltojen ylläpidon ja korjauksen rahoitustaso on vähitellen nostettu tasolle, jolla kunnan heikkeneminen on saatu pysäytettyä sekä korjaustoiminnan vajetta on voitu ryhtyä poistamaan. Siltojen korjaustarve alkaa jälleen nousta 2020-luvulla, kun 1990-luvulla rakennetut suuret siltamäärät saavuttavat peruskorjausiän ja vanhempien siltojen peruskorjauskierto alkaa uudelleen.

Maantielaissa edellytetään että maantieverkon ja liikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Uutta maantietä rakennettaessa on pääperiaatteena että meluhaittaa ei aiheuteta. Liikenne- ja viestintäministeriön laatimassa liikennepoliittisessa selonteossa 2012 todetaan että ympäristömelu voi aiheuttaa suoria ja epäsuoria terveyshaittoja. Lisäksi liikenteen aiheuttama melu heikentää elinympäristön laatua ja viihtyisyyttä.

Viime vuosien aikana Tiehallinto on joutunut lykkäämään erillisten meluntorjuntahankkeiden toteuttamista rahoitusongelmien vuoksi, eikä erillisiä meluntorjuntahankkeita ole vuoden 2001 jälkeen tehty juuri lainkaan. Tavoitteeksi on asetettu että Suomessa yli 55 desibelin melualueilla asuvien määrä saadaan vuoteen 2020 mennessä vähintään 20 prosenttia pienemmäksi kuin vuonna 2003. Tutkimuksen ja selvityksen perusteella melukaiteita, -seiniä ja -valleja on rakennettu maantie- ja rautatiealueilla vuosien 2010–2012 aikana yhteensä noin 20 kilometriä vuodessa.

Tukimuureja rakennetaan betonista, luonnonkivistä tai kivitörmästä. Tukimuurien rakentamisesta ja olemassa olevien tukimuurien määristä ei ole olemassa yhtenäisiä tilastotietoja. Tehtyjen selvitysten perusteella tukimuurien vuosittaiseksi rakentamismääräksi on tähän mennessä arvioitu noin 5 kilometriä. Määrä sisältää piha/kulkuväylät, ratalaiturit sekä satamatukiseinät.

Kaapelikanavaelementtejä ja niiden kansia käytetään pääosin rautatiealueella sekä ratalinjoilla ja ratapihoilla kaapelien kanavointiin. Teollisuudessa kanavaelementtien käyttö on vähäisempää. Kanavaelementit on tarkoitettu käytettäväksi sellaisissa kohteissa, joissa ne eivät pääsääntöisesti joudu ajoneuvojen kuormittamiksi. Vuosien 2010–2012 ai-

kana kaapelikouruja on rakennettu teollisuudessa ja rautateillä yhteensä noin 20 kilometriä vuodessa.

Tuulivoiman rakentaminen etenee Suomessa hitaasti. Tällä hetkellä Suomen tuulivoiman kapasiteetti on pieni verrattuna muihin EU-maihin. Tuulivoimaloiden vuosittainen valmistumismäärä on vaihdellut vuosien 2010–2012 aikana kolmesta jopa yli kolmeen kymmeneen kappaleeseen. Vuoden 2012 lopussa Suomessa oli 163 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu teho on 288 MW. Tuulivoimahankkeita on vireillä runsaasti, mutta useat näistä pysähtyvät yllättäviin esteisiin joko lainsäädännön taholta tai esimerkiksi paikallisen vastustuksen takia. Investointiestejä pyritään purkamaan muuttamalla säädöksiä sekä vakauttamalla tukia.

Lyöntipaalut kuuluvat rakennustuotteisiin joilla on oltava CE-merkintä, lisäksi paalujen valmistusta ja käyttöä ohjataan useilla eri ohjeilla ja määräyksillä. Tyypillisiä paalujen käyttökohteita ovat liikenne- ja väylärakentaminen sekä teollisuus- ja asuinrakentaminen. Lyöntipaalujen käyttö on yleistynyt jatkuvasti kaupunkien ja taajamien kasvaessa, kun rakentamisen käyttöön on jouduttu ottamaan heikkopohjaisia alueita. Talonrakentamisessa ja infrarakentamisessa yhteensä on lyöty vuosien 2010–2012 aikana noin 1400 kilometriä teräsbetonipaaluja vuodessa. Betonipaalujen lisäksi teräspaalujen käyttö on yleistynyt viime vuosien aikana varsinkin talo- ja toimitilarakennuskohteissa.

Lopputulokset perustuvat virallisista tilastoista saatuihin tietoihin sekä rakennusalan ammattihenkilöiden antamiin haastatteluihin ja lausuntoihin. Joidenkin selvitettävien kohteiden osalta jouduimme tyytymään pelkästään haastatteluilla saatuihin tietoihin, joiden pohjana on käytetty olemassa olevia hankkeita ja niissä käytettyjä rakennusmääriä.

LÄHTEET

- Alasuutari, P. 1994. Laadullinen tutkimus. 3. painos. Tampere: Vastapaino.
- Betoniteollisuus ry. 2013. Tietoa betonista. www-sivut. Luettu 12.11.2012.
<http://www.betoni.com/>
- Alkula, T., Pöntinen, S. & Ylöstalo, P. 1994. Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. 1.-3. painos. Porvoo-Helsinki-Juva: WSOY
- Eskola, J & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Osuuskunta vastapaino.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara. 2000. Tutki ja kirjoita. 6. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Infra ry. 2013. Tietoa alasta. Maa- ja vesirakentaminen Suomessa. www-sivut. Luettu 12.11.2012. <http://www.infrary.fi/>
- Jääskeläinen, R. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. 1. painos. Tampere: Tammertekniikka/Amk-kustannus Oy.
- Liikennevirasto. 2008. Maanteiden meluntorjunnan toimintasuunnitelma 2008-2012. Verkkojulkaisu. Tulostettu. 28.10.2012.
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ymparisto_turvallisuus/vaylanpito_ymparisto/melu/melutoimintasuunnitelmat
- Liikennevirasto. 2010a. Tiekaiteiden laatuvaatimukset ja kaidetyypin valinta. Tietoa tiensuunnitteluun nro 61C. Tulostettu 21.11.2012.
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/vaylasuunnittelu/tiet
- Liikennevirasto. 2010b. Tiesillat 1.1.2010. Liikenneviraston tiesillaston rakenne, palvelutaso ja kunto. Tilastojulkaisuja 3/2010. Tulostettu 19.9.2012.
<http://portal.liikenne-virasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/julkaisut/tilastojulkaisuja>
- Liikennevirasto. 2011. Tietilasto2010. Liikenneviraston tilastoja 6/2011. Tulostettu 19.9.2012.
<http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/julkaisut/tilastojulkaisuja>
- Liikennevirasto. 2012a. Rataverkon kuvaus 1.7.2012. Väylätietoja 1/2012. Tulostettu 31.1.2013.
<http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/julkaisut/vaylatietoja>
- Liikennevirasto. 2012b. Suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkon (SEKV) muutokset ja pääteiden edulliset keskikaidehankkeet. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 4/2012. Tulostettu 31.10.2012.
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/julkaisut/tutkimuksia_selvityksia/20121

Liikennevirasto. 2012c. Liikenneviraston maanteiden ja rautateiden meluselvitys 2012. EU:n ympäristömeludirektiivin (2002/49/EY) mukainen meluselvitys. Verkkojulkaisu. Tulostettu 31.1.2013.

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ymparisto_turvallisuus/vaylanpito_ymparisto/melu/meluselvitykset

Liikennevirasto. 2013. Liikenneviraston meluntorjunnan toimintasuunnitelma 2013-2018. EU:n ympäristömeludirektiivin (2002/49/EY) mukainen meluselvitys. Luonnos 31.1.2013. Tulostettu. 14.2.2013.

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ymparisto_turvallisuus/vaylanpito_ymparisto/melu/melutoimintasuunnitelmat

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2007a. Kustannustehokkaat keskikaiteelliset tiejärjestelyt. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma LINTU-julkaisuja 5/2007. Tulostettu 5.2.2013. <http://www.lintu.info/julkaisut.htm>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2007b. Tie- ja rautatieliikenteen meluntorjunnan teemapaketti 2008-2012. Tulostettu 28.10.2012.

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ymparisto_turvallisuus/vaylanpito_ymparisto/melu

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2012b. Kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä. Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle 2012. Tulostettu 21.11.2012. http://www.lvm.fi/web/fi/ohjelmia_ja_strategioita

Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 4. laitos, 1. painos. Helsinki: International Methelp Oy.

Mäkelä, O. 2008. Keskikaideteiden toteuttaminen. Väylät & Liikenne 8.10.2008. Tulostettu 5.2.2013.

http://www.ely-keskus.fi/fi/Liikenne/tiehankkeet/pohjoissavo/vt5_taipale_soinlahti_keskikaidesuunnitelma/Documents/olli_makela.pdf

Nippala, E. 2012 Inframarkkinat 2013 – kysynnän ennakkointi turbulentissa taloustilanteessa. InfraExpo 11.10.2012. Tulostettu 29.1.2013.

http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_esitutkimus.jsp

Nippala, E. & Paavilainen, K. 2012. Betonin käyttö infrarakentamisessa. Julkaisematon.

Oesch, P. 2012. Uusiutuvat energialähteet, edistyminen vs. tavoitteet vuoteen 2020 - Energiateollisuudennäkökulma. Energiateollisuus ry. Tulostettu 16.9.2012.

<http://energia.fi/julkaisut/uusiutuvat-energiälähteet-edistyminen-vs-tavoitteet-vuoteen-2020-energiateollisuuden-nakok>

Rakennusteollisuus RT & Betoniteollisuus ry. 2011. Tuotelehti PO-2011 mukaiseen paalutustyyhön. Tulostettu 6.11.2012.

<http://www.betoni.com/elementtirakentaminen/paalut>

Rakennusalan suhdanneryhmä. 2013. Rakentaminen 2013. Määrä vähenee maltillisesti. Uudisrakentaminen ja MVR supistuvat, korjaaminen kasvaa. Työllisyystilanne heikkenee. Valtiovarainministeriö. Tulostettu 18.2.2013.

http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/01_julkaisut/02_taloudelliset_katsaukset/20130208Rakent/name.jsp

Ratahallintokeskus. 1999. Kanavaelementit ja kansielementit. Tekniset toimitusehdot 1041/731/99. Tulostettu 2.11.2012.

Ratahallintokeskus. 2006. Rautatieliikenne 2030. Radanpidon pitkän aikavälin suunnitelma. Strategioita ja selvityksiä 2/2006. Luettu 19.11.2012.

Ratahallintokeskus. 2009. Tavaraliikenteen ratapihojen kehittämistarpeet. Lähtökohtia ratapihojen tulevaisuusohjelmalle. Strategioita ja selvityksiä 2/2009. Tulostettu 19.11.2012.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_2-2009_tavaraliikenteen_ratapihojen.pdf

Routio, P. 2007. Tiedon hakeminen teksteistä. Tuote ja tieto. Tuotteiden tutkimus ja kehittäminen. Verkkojulkaisu. Luettu 29.1.2013.

<http://www2.uiah.fi/projects/metodi>

Räsänen, H. Kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät. HAMK. Verkkojulkaisu. Tulostettu 25.1.2013.

http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMK/koulutus/Ylempi_AMK_tutkin-to/kudos/menetelmat/4_Kvalitatiiviset_tutkimusmenetelmaet.pdf

Stenberg, A & Holttinen, H. 2011. Tuulivoiman tuotantotilastot 2010, VTT. Tulostettu 1.11.2012. <http://www.vtt.fi/>

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2013a. Ajankohtaista. Lehdistötiedotteet. Luettu 10.2.2013. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/>

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2013b. Tietoa tuulivoimasta. Tuulivoimatieto-sivusto. Luettu 10.2.2013. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/>

Tarasti, L. 2012. Tuulivoimaa edistämään. Työ- ja elinkeinoministeriö. Tulostettu 10.2.2013. <http://www.tem.fi/>

Tiehallinto. 2006. 1+1 -keskikaideteiden suunnitteluperiaatteet. Tietoa tiensuunnitteluun nro 83. Tulostettu 12.11.2012.

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/vaylasuunnittelu/tiet

Tiehallinto. 2007a. Tiehallinnon toiminta- ja taloussuunnitelma 2008-2012. Luettu 5.11.2012.

Tiehallinto. 2009. Siltojen ylläpito. Toimintalinjat. Tulostettu 12.11.2012.

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/sillat/korjausohjeet

Tiehallinto. 2010. Kohti ekotehokasta liikennejärjestelmää. Ympäristöohjelma 2010. Tulostettu 28.10.2012.

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ymparisto_turvallisuus/jarjestelma_ymparisto

Tilastokeskus, 2013. Johdatus tilastolliseen ajatteluun. Verkkokoulu. Luettu 7.2.2013. http://tilastokoulu.stat.fi/verkkokoulu_v2.xql/index.html

Tuomivaara, T. 2005. Y125 Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Tulostettu 20.3.2013. <http://www.mv.helsinki.fi/home/ttuomiva/Y125luku6.pdf>

Turkia, V & Holttinen, H. 2013. Tuulivoiman tuotantotilastot 2011, VTT. Tulostettu 28.1.2013. <http://www.vtt.fi/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia - Strategian päivitys 2013 - Taustaraportti LUONNOS. Tulostettu 10.2.2013. <http://www.tem.fi/>

Vainio, T. 2012. Poikkileikkaus infrarakentamisen markkinoista. InfraExpo 11.10.2012. Tulostettu 29.1.2013. http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_esitutkimus.jsp

Vainio, T & Nippala, E. 2011a. Infrasuhdanteet 1/2011. Tulostettu 29.1.2013. http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_julkaisut.jsp

Vainio, T & Nippala, E. 2011b. Infrasuhdanteet 2/2011. Tulostettu 29.1.2013. http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_julkaisut.jsp

Vainio, T & Nippala, E. 2012a. Infrasuhdanteet 1/2012. Tulostettu 29.1.2013. http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_julkaisut.jsp

Vainio, T & Nippala, E. 2012b. Infrasuhdanteet 2/2012. Tulostettu 29.1.2013. http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_julkaisut.jsp

Vainio, T & Nippala, E. 2013. Infrarakentamisen rakenne ja kehityksen ennakointi. Tulostettu 20.3.2013. http://www.vtt.fi/sites/infra2030/infra2030_julkaisut.jsp

Vainio, T., Nippala, E., Tienhaara, P. & Pajakkala, P. 2010. Maa- ja vesirakennusalan näkymät 2010 – 2011. Maanrakennusalan neuvottelukunta MANK ry. Tulostettu 3.10.2012. <http://www.mank.fi/hankkeet.html>

Ympäristöministeriö. 2007. MELUTTA -hankkeen loppuraportti. Ympäristöministeriön raportteja 20/2007. Verkkojulkaisu. Tulostettu 5.11.2012 <http://www.ymparisto.fi/>

Ympäristöministeriö. 2011. CE-merkintä rakennustuotteisiin 2013 mennessä. Yleisesite. Tulostettu 30.1.2013. <http://www.ymparisto.fi/>

Ympäristöministeriö. 2012. Rakennustuotteiden CE-merkinnästä tulee pakollista 2013. FAKTAA Rakennetusta ympäristöstä. tammikuu 2012. Tulostettu 30.1.2013. <http://www.ymparisto.fi/>